

ISSN 2957-9856 (Online)
ISSN 2957-8280 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІНІҢ ҒЫЛЫМ КОМИТЕТІ
«ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ СУ ҚАУІПСІЗДІГІ ИНСТИТУТЫ» АҚ

КОМИТЕТ НАУКИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
И ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

SCIENCE COMMITTEE
OF THE MINISTRY OF SCIENCE AND
HIGHER EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC « INSTITUTE OF GEOGRAPHY
AND WATER SECURITY»

**ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ
СУ РЕСУРСТАРЫ**
◆
**ГЕОГРАФИЯ
И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**
◆
**GEOGRAPHY
AND WATER RESOURCES**

4

ҚАЗАН – ЖЕЛТОҚСАН 2022 ж.
ОКТЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2022 г.
OCTOBER – DECEMBER 2022

ЖУРНАЛ 2007 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 2007 ГОДА
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 2007

ЖЫЛЫНА 4 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ

АЛМАТЫ

ALMATY

Бас редакторы
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **А. Р. Медеу**

Бас редактордың орынбасары:
география ғылымының кандидаты **С. К. Алимкулов**, география ғылымының докторы **И. Б. Скоринцева**,
география ғылымының докторы **С. А. Тарихазер** (Әзірбайжан)

Редакция алқасы:
ҚР ҰҒА академигі, география ғылымының докторы **И. В. Северский**; докторы, климатологияның қауымдастырылған профессоры **М. Шахгеданова** (Ұлыбритания); Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), докторы, профессоры **Цуи Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **О. Б. Мазбаев**; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Б. А. Красноярова** (Ресей); география ғылымының докторы **Д. Т. Чонтоев**; география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; геология-минералогия ғылымдарының докторы **М. Қ. Абсаметов**; география ғылымының кандидаты **А. Л. Кокарев**; PhD докторы **А. С. Мадібеков**; геология-минералогия ғылымдарының кандидаты **Е. Ж. Муртазин**

Главный редактор
академик НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**

Заместители главного редактора:
кандидат географических наук **С. К. Алимкулов**, доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**,
доктор географических наук **С. А. Тарихазер** (Азербайджан)

Редакционная коллегия:
академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**; доктор, ассоциированный профессор климатологии **М. Шахгеданова** (Великобритания); академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цуи Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **О. Б. Мазбаев**; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Б. А. Красноярова** (Россия); доктор географических наук **Д. Т. Чонтоев**; доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор геолого-минералогических наук **М. К. Абсаметов**; кандидат географических наук **А. Л. Кокарев**; доктор PhD **А. С. Мадібеков**; кандидат геолого-минералогических наук **Е. Ж. Муртазин**

Editor-in-Chief
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**

Deputy Editor-in-chief:
Candidate of Geographical Sciences **S. K. Alimkulov**, Doctor of Geographical Sciences **I. B. Skorintseva**,
Doctor of Geographical Sciences **S. A. Tarikhazer** (Azerbaijan)

Editorial Board:
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**; Dr., Associate Professor in Climate Science **M. Shahgedanova** (UK); Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor, Full professor **Cui Weihong** (China); Doctor of Geographical Sciences **O. B. Mazbayev**; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **B. A. Krasnoyarova** (Russia); Doctor of Geographical Sciences **D. T. Chontoev**; Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geological and Mineralogical Sciences **M. K. Absametov**; Candidate of Geographical Sciences **A. L. Kokarev**; Doctor PhD **A. S. Madibekov**; Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **Ye. Zh. Murtazin**

География и водные ресурсы
ISSN 2957-9856 (Online), ISSN 2957-8280 (Print)

Собственник АО «Институт географии и водной безопасности»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № KZ48VPY0036995 от 23 июня 2021 г. выдано Комитетом информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99.
Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: journal.ingeo@gmail.com
Сайт: <http://www.ojs.ingeo.kz>

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-4-3-10.18>

ЭОЖ 551.578.42

Ж. Д. Такибаев¹, М. Е. Татькова², Н. В. Пиманкина³

¹ Кіші ғылыми қызметкері («Юнеско аясындағы 2-санатты Орта Азия аймақтық гляциологиялық орталығы» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

² PhD докторанты (Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

³ Г. ғ. к., қар және мұз ресурстары динамикасы мониторингі зертханасының жетекшісі («Юнеско аясындағы 2-санатты Орта Азия аймақтық гляциологиялық орталығы» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

MODIS РАДИОМЕТРІНІҢ ДЕРЕКТЕРІН ҚАР ЖАМЫЛҒЫСЫН ЗЕРТТЕУДЕГІ ҚОЛДАСНЫСЫ

Аннотация. Сырдария өзенінің саласындағы аймақтарда MODIS спектрорадиометр деректері негізінде қар жамылғысының ауданы бағаланды. Зерттеліп отырған аймақтың ауа температурасы мен жауын шашын мөлшерінің өзгеруі Қырғызгидрометтің 1960-2021 жылдардың мәліметтеріне сүйене отырып бағаланды. 70 жылдық бақылау нәтижесінде Тянь-Шань (Ақ-Шыйрақ алабы) метеостанциясында орташа жылдық температурасы 1,9°C-қа, ал Өзген метеостанциясында 1,1°C-қа көтерілген. Жалпы жауын-шашын мөлшері шамалы ғана өзгерген, суық кезеңдерде жауын шашын мөлшеріне байланысты аномальды аза өзгерістер болмаған. 2000-2019 жылдар кезеңінде MODIS мәліметтері бойынша сәуір мен мамыр айларында қар жамылғысының таралу ауданын салыстыру жағдайдың қарама-қарсы даму тенденцияларын көрсетті.

Түйін сөздер: қамту аймағы, қар жамылғысы, MODIS, өзгерістер, тенденциялар, Тянь-Шань.

Кіріспе. Орталық Азияда (ОА) орналасқан таулардың қар-мұз ресурстары көптеген өзендердің ағынын қалыптастыру көзі болып табылады. Жаһандық жылыну аймақтағы қардың тез еруіне, мұздықтардың деграляциясына әкелуі мүмкін, бұл жағымсыз салдарға әкеліп соғады және халыққа қауіп төндіреді.

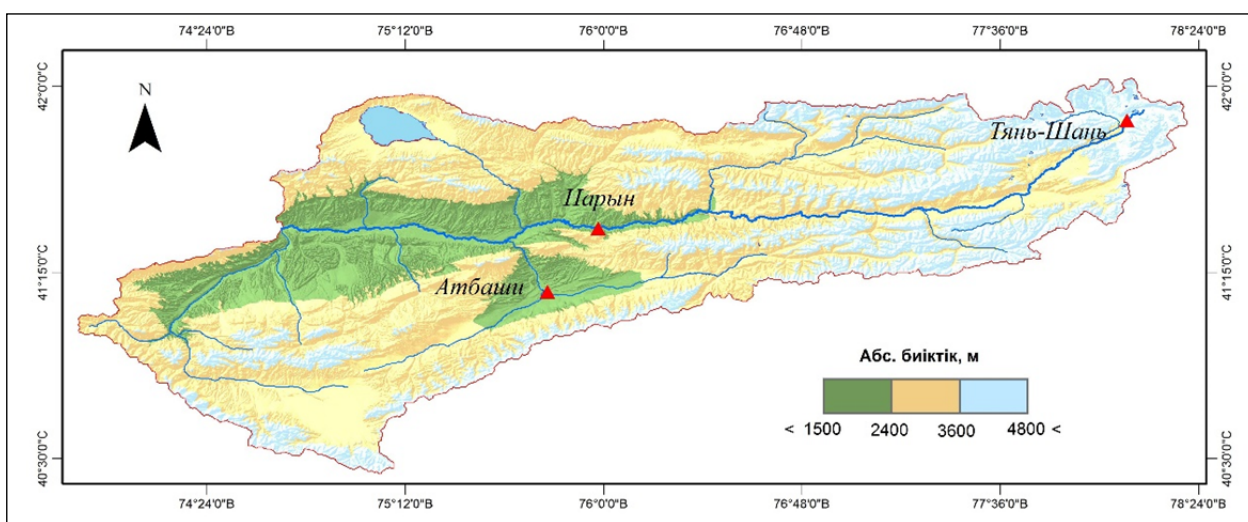
Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның мамандары саясаткерлер мен халыққа климаттың өзгеруін индикатор ретінде түсіндіру үшін Солтүстік жарты шардың арктикалық және антарктикалық теңіз мұзы мен қар жамылғысының көлемі туралы атайды. Криосфераның осы әртүрлі аспектілерін талдау саясаткерлердің назарын криосфераның ең сезімтал бөліктеріне аударуға көмектеседі.

Жалпы Азияның биік таулары бойынша мақалалардың көпшілігі мұздықтардың ауданы мен көлемінің жаһандық қысқаруы, қар жамылғысының сипатының өзгеруін растайды [1-11]. ОА таулы аймақтарындағы климаттың өзгеруіне қатысты соңғы зерттеулер жаһандық және аймақтық тенденциялардың сәйкес келетіндігін көрсетеді: соңғы онжылдықтардағы [12-14] орташа жылдық температура мен жылдық жауын-шашын мөлшерінің қатарында оң трендтер белгіленді. Біздің есептеулеріміз бойынша, Тянь-Шань метеорологиялық станциясында (МС) (Ақ-Шыйрақ алабы, Ішкі Тянь-Шань) 1991-2021 жылдар кезеңіндегі ауаның орташа жылдық температурасы 1960-1990 жылдар кезеңімен салыстырғанда 1,9°C-қа, ал жаздың орташа температурасы тиісінше 0,9°C-қа өсті. Қара-Құлжа ауданындағы (Ферғана алқабы) Өзген МС мәліметтері бойынша, 70 жылдық бақылау кезінде орташа жылдық температура 1,1°C-қа көтерілді [15].

Бір жылда жауатын әр түрлі фазалық құрамдағы атмосфералық жауын-шашынның және суық мезгілдегі қатты жауын-шашынның (қардың) өсу тенденциясына қарамастан, ауа температурасының жоғарылауы мұздықтардың еруінің жалғасуын білдіреді.

Криосфераның өзгеруін зерттеудің көптеген мәселелері қазір жаңа технологиялар мен зерттеу әдістері, соның ішінде ЖҚЗ деректерін пайдалану арқылы шешілуде. Көптеген басылымдардағы талдау әлемнің әртүрлі аудандарының ЖҚЗ негізінде қар ресурстарын бағалау үшін негізінен MODIS радиометрінің рұқсаты 250-500 м, тегін таратылатын және Ғаламтор желісінде қолжетімді деректерін пайдаланылатынын анық көрсетті. А. Дитц бірлескен авторлармен бірге [16] Памир мен Тянь-Шань тауларында ертерек қар еріген күндердің өзгеруін белгіледі. А. Гафуров бірлескен авторлармен бірге [17] MODIS деректерін Нарын өзенінің суын есептеу үшін пайдаланды.

Біздің зерттеуіміздің мақсаты – MODIS спектрорадиометрінің деректерін талдау негізінде Сырдария өзенінің жоғарғы ағысында әр жылдары қар жамылғысы алып жатқан аумақтың ауданы қалай өзгеретінін бағалау. Зерттеу аймағы 40 пен 42° с.е. және 74 пен 78° ш.б. аралығында орналасқан (1-сурет).

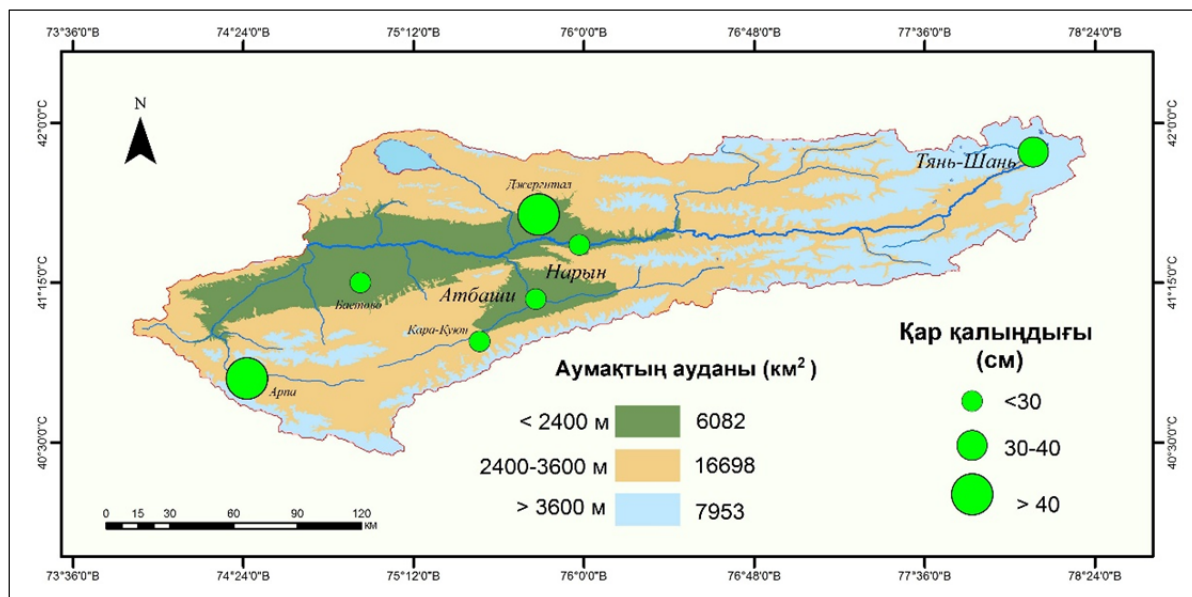


1-сурет – Зерттеу аймағы

Бассейн аумағы Тянь-Шань және Памир-Алай тау жоталары жүйесінде орналасқан. Ағынның негізгі бөлігі Қырғызстан Республикасының әкімшілік шекараларында Ішкі Тянь-Шань шегінде қалыптасады. Сырдария өзені Нарын және Қарадария өзендерінің қосылысқан жерінде пайда болады. Өзеннің қарлы қоректенуі, мұздық қоректенуіне қарағанда басым болып келеді. Армстронг және басқалар өзен ағынына қардың еруінің үлесін 72% деп бағалаған [18]. Қар жамылғысы аймақтағы өзендердің қоректенуі мен суының негізгі көзі болып табылады және климаттың өзгеруі мен су ресурстарының қалыптасуына және қол жетімділігіне тікелей әсер етуі әбден мүмкін.

2-суретте Ішкі Тянь-Шаньда әртүрлі кезеңдерде зерттелетін аумақта жұмыс істейтін метеорологиялық станциялар мен гидрологиялық бекеттердің орналасуы көрсетілген. Әр түрлі диаметрлі пунсондар КСРО климат жөніндегі анықтамалығына сәйкес қар жамылғысының орташа көпжылдық қалыңдығы көрсетеді [19].

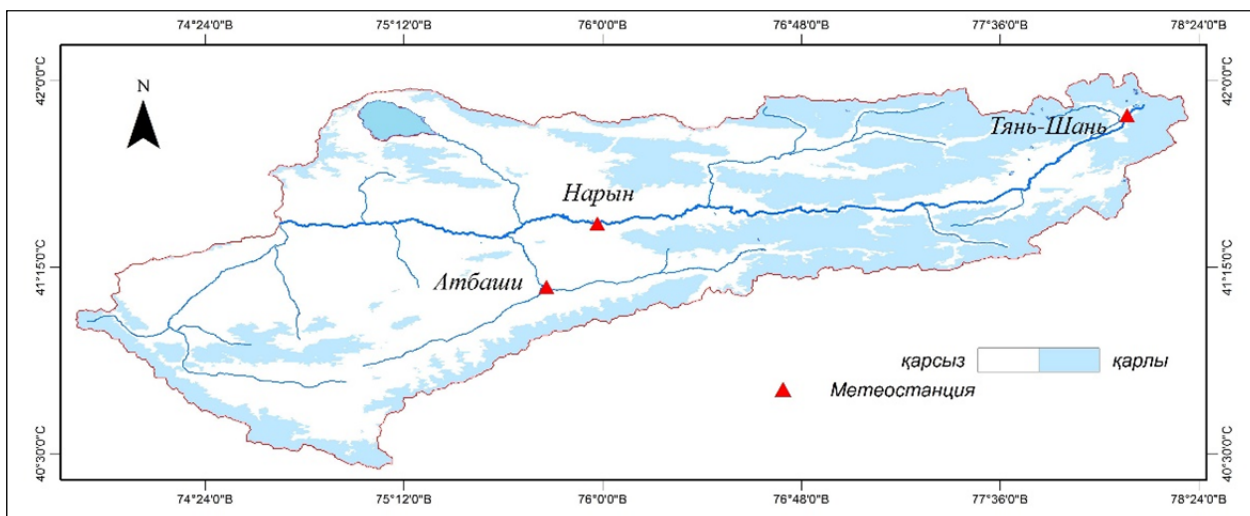
Метеорологиялық станциялар мен гидрологиялық бекеттер теңіз деңгейінен 700–2100 м биіктік диапазонында орналасқан және тек біреуі нивальды белдеуге жатады. Сырдария өзені бассейнінің жоғарғы ағысында қардың таралуы өте біркелкі емес: мәліметтерге сәйкес [19] Ішкі Тянь-Шань бассейндеріндегі орташа қардың қалыңдығы 20-дан 50 см-ге дейін, ал қар жамылғысындағы су қоры 120 мм-ден аспайды. Биік таулы жоталардың беткейлерінде және тар және терең тілімденген аңғарларда қар жамылғысының қалыңдығы 100 см-ге дейін немесе одан да көп болады. Мұздықтарда жылдың суық мезгілінде жауын-шашынның аздығына байланысты қардың қалыңдығы тек аккумуляция аймағында 100 см-ден асады, кейбір жылдары 200 см-ге жетеді [20]. Бассейндердегі қар жамылғысы бар күндер саны 40-нен 180 күнге дейін ауытқып тұрады. Қардың ең көп жиналуы (аккумуляция) сәуір-мамыр айларында байқалады.



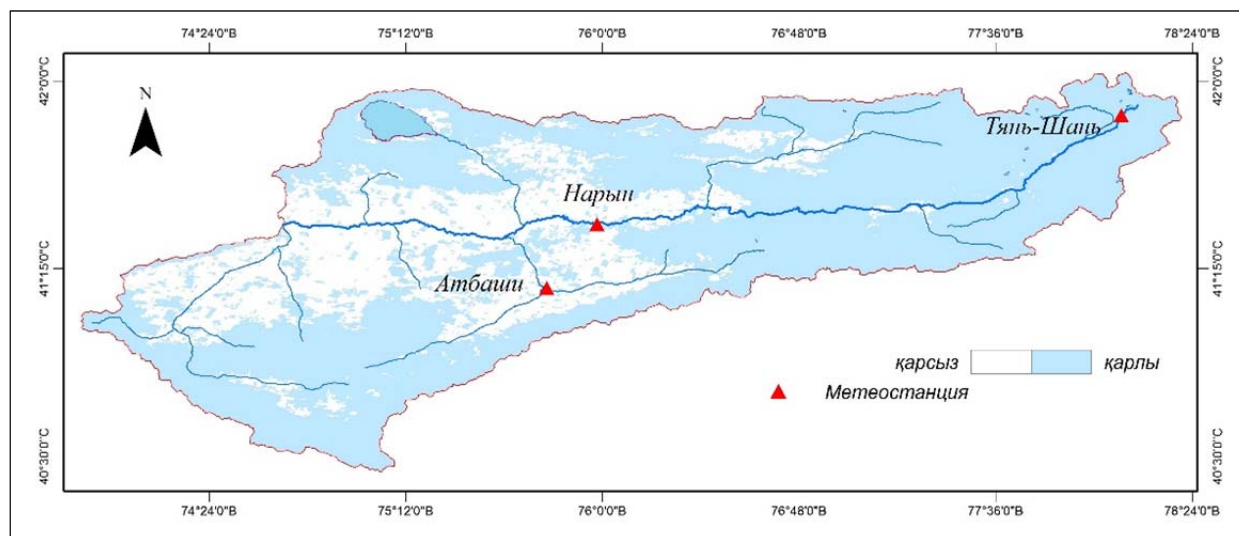
2-сурет – Ішкі Тянь-Шаньдағы бақылау желісі және қар жамылғысының орташа көпжылдық қалыңдығы

Зерттеу әдістемесі. Сырдария өзені бассейнінің жоғарғы ағысындағы қар жамылғысының динамикасын бағалау үшін біз 500м рұқсатымен Terra/Аква MODIS спектрорадиометрінің тегін таратылатын және Интернет желісінде қолжетімді деректерін пайдаландық [21]. Ғарыштық суреттер 2000 жылдан 2018 жылға дейін белгіленген күндерге (14 сәуір мен 17 мамыр) тандалды. Деректер Asia North Equidistant Conic проекциясы бойынша ArcGIS 10.8 бағдарламасында өңделіп, Ішкі Тянь-Шаньдағы қар жамылғысының ауданы туралы ақпарат алу үшін пайдаланылды. MODIS деректерін талдау негізінде Сырдария өзенінің жоғарғы ағысында әр жылдары қар жамылғысы алып жатқан аумақтың ауданы қалай өзгередіні бағаланды. 3-суретте 2000-2018 жылдары мамыр айында аймақтың орташа қар жамылғысы көрсетілген.

Сырдария өзені бассейнінің жоғарғы ағысындағы қар жамылғысының сипаттамаларының өзгергіштігі (қалыңдығы, жарамдылығы және пайда болу мерзімі) өте маңызды. Аймақ молқарлы жылдар және қар аз жылдармен ерекшеленеді. Қар жамылғысының кеңістіктіктегі кезең аралық өзгергіштігін және оның динамикасының тенденцияларын бағалау гидрология мен гляциология ғылымдарының мақсаты үшін маңызды (4-сурет). Ішкі Тянь-Шаньда мамыр айының ортасында қар жамылғысы қандай үлкен аумақты алып жатқандығы көрсетілген.



3-сурет – Сырдария өзенінің жоғарғы бөлігінде аймақтың қармен көмкерілген ауданының таралуы (орташа мәні 2000-2018 жж.)



4-сурет – Сырдария өзенінің жоғарғы бөлігінде аймақтың максималды қармен көмкерілген ауданы (орташа мәні 2000-2018 жж.)

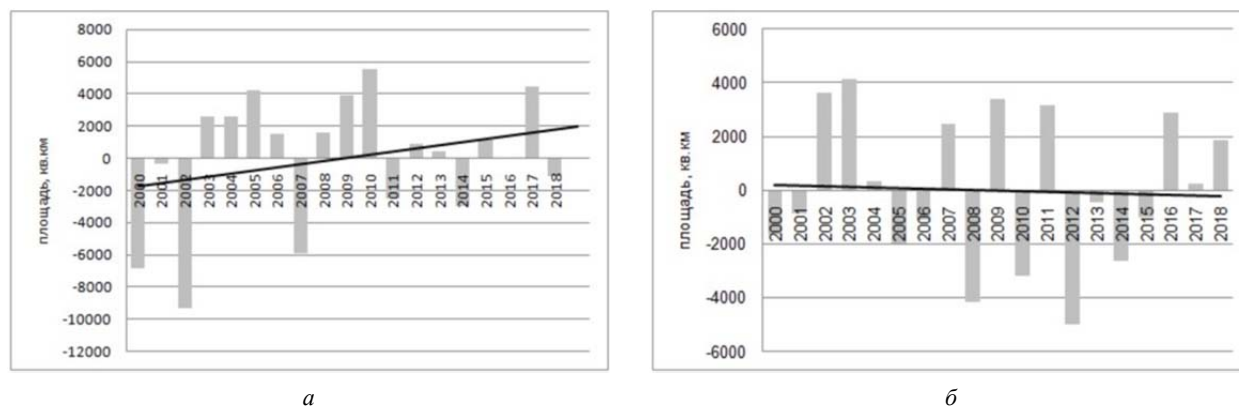
Біздің есептеулерімізге сәйкес, мамыр айының ортасында аймақтың көп бөлігі 2400 м биіктіктен бастап қармен көмкерілген. Жергілікті жер бедерінің биіктігіне байланысты MODIS суреттері арқылы анықталған қар жамылғысының жыл сайынғы 17 мамырдағы мәліметтері көрсетілген.

MODIS радиометрінің мәліметтері бойынша жыл сайынғы 17 мамырда қар жамылғысының қалыңдығы бойынша таралуы

| Жылдар | Қар жамылғысының ауданы, км ² | | |
|--------|--|-------------|---------|
| | < 2400 м | 2400-3600 м | >3600 м |
| 2000 | 99,2 | 2171,1 | 6568,1 |
| 2001 | 150,2 | 2715,6 | 6791,8 |
| 2002 | 84,1 | 6784,9 | 7294,6 |
| 2003 | 89,3 | 6973,8 | 7575,7 |
| 2004 | 53,6 | 3865,1 | 6958,3 |
| 2005 | 69,8 | 4230,7 | 4247,8 |
| 2006 | 150,0 | 2557,0 | 6707,3 |
| 2007 | 4,8 | 5478,5 | 7528,9 |
| 2008 | 67,3 | 1230,4 | 5048,8 |
| 2009 | 97,7 | 6286,1 | 7512,0 |
| 2010 | 49,7 | 2996,4 | 4297,1 |
| 2011 | 140,5 | 6434,9 | 7095,4 |
| 2012 | 43,2 | 1258,0 | 4216,2 |
| 2013 | 163,6 | 3436,7 | 6478,6 |
| 2014 | 27,0 | 2462,4 | 5395,6 |
| 2015 | 13,1 | 2726,5 | 6758,5 |
| 2016 | 31,5 | 5773,6 | 7579,4 |
| 2017 | 31,7 | 3579,9 | 7141,5 |
| 2018 | 125,4 | 5910,7 | 6357,1 |
| Орташа | 78,5 | 4045,9 | 6397,5 |

Зерттеу нәтижелері. Кестедегі мәліметтер Сырдария өзені бассейнінің жоғарғы ағысының XXI ғасырдың басындағы қар динамикасы туралы түсінік береді. 19 жыл ішінде зерттелетін аумақты қамтитын молқарлы жылдар сәуір және мамыр айларында 5 рет байқалған. Олар: 2003, 2004, 2009, 2016 және 2017 жылдары. Барлық аумақта азқарлы жылдар сәуір мен мамыр айларында 3 рет болған – 2000, 2001 және 2014 жылдары. Молқарлы және азқарлы кезеңдердің ауысуында заңдылықтар байқалмайды.

Зерттелініп отырған аймақта қар жамылғысының таралуын анықтау үшін 14-ші сәуір және 17-ші мамыр күндерін қарда су қоры көп жиналатын айлар деп есепке алынды. Аумақта қардың қамту дәрежесінің өзгеруі орташа ауданынан ауытқуы түрінде көрсетілген.



5-сурет – Орталық және Ішкі Тянь-Шаньның (мың шаршы км) қарлы аумағының орташа мәндерден ауытқуы [сәуір (а) және мамыр (б) айлары 2000-2019 жж.]

5-суреттен көріп отырғанымыздай, барлық зерттелетін аумақта қар жамылғысының өзгеруі сәуір айында әлсіз оң тренд байқалған болса, мамыр айында әлсіз теріс тренд байқалады. Сәуірдің гистограммасында 2010 және 2017 жылдардағы қарлы жылдар жақсы көрсетілген. Мамырдың гистограммасында молқарлы және азқарлы жылдар саны бірдей екендігі айқын көрінеді.

Ауытқу гистограммаларын визуалды салыстыруда көрсеткендегідей, соңғы 20 жылда мамыр айында қармен жамылған аумақтың аздап қысқаруы жиі кездеседі. Бұл тау ішлік бассейндер мен Нарын өзенінің аңғарына қатысты. Сонымен қатар аңғардың биік таулы бөліктері қар астында жатыр. Кестенің деректері бойынша Сырдария өзені бассейнінің ең биік бөлігінде (3600 м аба жоғары) 70% жағдайда мамырдың ортасында беткейлердің қармен жамылу дәрежесі орташа көпжылдық мәндерден асады. Бұл кезеңде қар жамылғысындағы су қорын бағалау мүмкін болмаса да, еріген қар суы өзендердің негізгі қоректену көзі болып қала береді деп болжауға негіз бар. Сонымен қатар, біздің мәліметтеріміз бойынша, сәуір және мамыр айларында бассейнің мұздық зонасында, аккумуляция маусымында аумақтағы қар жамылғысы орташа көпжылдық мөлшерден асады. Осылайша, мұздықтар қар астында қалады және мұздықтардағы қар қорының көктемгі аккумуляциясы орташа климаттық жағдайларға сәйкес келеді.

Қорытынды. Ішкі Тянь-Шаньдағы қармен қоректенетін аумақтың өзгеруі монотонды емес және уақыт бойынша бірқалыпты. 5-суреттен көріп отырғаныңыздай, 2000-2018 жылдары қарастырылған аумақ үшін суық және жылы кезеңдерді бөлуге болады. Мамыр айында қар жамылғысының азаюы – ерудің ертерек басталуы мен еріген қар суының ағыны қалыптасуын білдіреді. Бұл процесс кезінде су тасқыны болуы мүмкін. Толық заманауи деректердің болмауы тиісті климаттық тенденцияларды сипаттау үшін аймақтағы елдермен қажетті ақпараттар алмасу және оларды жинау қажеттілігін көрсетеді. Қар жамылғысының жату ұзақтығы және көктемдегі ерудің басталуы мен қалыптасу күндерін зерттеу әлі де жалғасын таппақ. Кең ауқымды ғарыштық суреттермен жұмыс жасау Сырдария өзені бассейнінің жоғарғы ағысындағы су қорлары туралы неғұрлым толық және шынайы ақпарат беруге мүмкіндік береді.

Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің "Орталық Азияның трансшекаралық бассейндерінің мұздық жүйелері: жағдайы, қазіргі заманғы және болжамды өзгерістері, өңір елдерінің су қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі рөлі" тақырыбы бойынша қаржылық қолдауымен орындалды. ИРН BR 18574176, 17.10.2022 ж.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zhang Y., Cao T., Kan X., Wang J., Tian W. Spatial and temporal variation analysis of snow cover using MODIS over Qinghai-Tibetan Plateau during 2003–2014 // *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. – 2017. – Vol. 45. – P. 887-897. <http://dx.doi.org/10.1007/s12524-016-0617-y>
- [2] Sharma V., Mishra V.D., Joshi P.K. Topographic controls on spatio-temporal snow cover distribution in Northwest Himalaya // *International Journal of Remote Sensing*. – 2014. – Vol. 35(9). – P. 3036-3056. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2014.894665>
- [3] Wang W., Huang X., Deng J., Xie H., Liang T. Spatio-Temporal Change of Snow Cover and Its Response to Climate over the Tibetan Plateau Based on an Improved Daily Cloud-Free Snow Cover Product // *Remote Sensing*. – 2015. – Vol. 7. – P. 169-194. <https://doi.org/10.3390/rs70100169>
- [4] Wang X., Wu C., Wang H., Gonsamo A., Liu Z. No evidence of widespread decline of snow cover on the Tibetan Plateau over 2000–2015 // *Science Report UK*. – 2017. – Vol. 7. – P. 14645. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15208-9>
- [5] Bian Q., Xu Z., Zheng H., Li K., Liang J., Fei W., Shi C., Zhang S., Yang Z.L. Multiscale Changes in Snow Over the Tibetan Plateau During 1980–2018 Represented by Reanalysis Data Sets and Satellite Observations // *Journal Geophys. Research Atmosphere*. – 2020. – Vol. 125, iss. 19. – P. 319-324. <https://doi.org/10.1029/2019JD031914>
- [6] Tahir A., Chevallier P., Arnaud Y., Ahmad B. Snow cover dynamics and hydrological regime of the Hunza River basin, Karakoram Range, Northern Pakistan // *Hydrology and Earth System Sciences*. – 2011. – Vol. 15, N 7. P. 2259-2274. doi: 10.5194/hess-15-2275-2011. <https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00647620>.
- [7] Smith T., Bookhagen B. Changes in seasonal snow water equivalent distribution in High Mountain Asia (1987 to 2009) // *Science Advances*. – 2018. – Vol. 4, N 1. – P. 1-8. e1701550. DOI: 10.1126/sciadv.1701550. <http://advances.sciencemag.org>.
- [8] Kääh A., Treichler D., Nuth C., Berthier E. Brief Communication: Contending estimates of 2003–2008 glacier mass balance over the Pamir–Karakoram–Himalaya // *The Cryosphere*. – 2015. – N 9. – P. 557-564. <https://doi.org/10.5194/tc-9-557-2015>
- [9] Frey H., Machguth H., Huss M., Huggel C., Bajracharya S., Bolch T., Kulkarni A., Linsbauer A., Salzmann N., Stoffel M. Estimating the volume of glaciers in the Himalayan–Karakoram region using different methods // *The Cryosphere*. – 2014. – N 8. – P. 2313-2333. <https://doi.org/10.5194/tc-8-2313-2014>.
- [10] Wang Q., Yi S., Sun W. Precipitation-driven glacier changes in the Pamir and Hindu Kush mountains // *Geophys. Research Letters*. – 2017. – N 44. – P. 2817-2824. <https://doi.org/10.1002/2017GL07264>
- [11] Narama C., Kääh A., Duishonakunov M., Abdrakhmatov K. Spatial variability of recent glacier area changes in the Tien Shan Mountains, Central Asia, using Corona (~ 1970), Landsat (~ 2000), and ALOS (~ 2007) satellite data // *Global Planetary Change*. – 2010. – Vol. 71, N 1. – P. 42-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.08.002>
- [12] Третье национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек: ОсОО «Эль Элион», 2016. – 274 с.
- [13] Третье национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Ташкент, 2016. – 274 с. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC>
- [14] Тенденции изменения климата, влияние и адаптация в Кара-Кулжинском районе: Итоговый отчет. Проект «Повышение устойчивости сельских сообществ в адаптации к изменению климата в Ошской области Кыргызской Республики». – Ош: Изд-во «Максимум», 2014. – 57 с. <http://climate.kg/images/stories/analysis.pdf>
- [15] Метеорологические данные за 2000-2021 гг. Кыргызгидромет при МЧС КР. – URL: <http://www.meteo.kg> (Дата обращения 15 ноября 2022 г.). http://climate.kg/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=27&lang=ru
- [16] Dietz J., Conrad C., Kuenzer C., Gesell G., Dech S. Identifying Changing Snow Cover Characteristics in Central Asia between 1986 and 2014 from Remote Sensing Data // *Remote Sensing*. – 2014. – N 6. – P. 12752-12775. DOI: 10.3390/rs61212752.
- [17] Калашникова О.Ю., Гафуров А.А. Использование наземных и спутниковых данных о снежном покрове для прогноза стока реки Нарын // *Лед и снег*. – 2017. – Т. 57, № 4. – С. 507-517. doi: 10.15356/2076-6734-2017-4-507-517.
- [18] Armstrong R.L., Rittger K., Brodzik M.J., Racoviteanu A., Barrett A.P., Khalsa S.J.S., Raup B., Hill A.F., Khan A.L., Wilson A.M., Kayastha R.B., Fetterer F., Armstrong B. Runoff from glacier ice and seasonal snow in High Asia: separating melt water sources in river flow // *Regional Environmental Change*. – 2019. – N 19. – P. 1249-1261. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1429-0>
- [19] Справочник по климату СССР. – Л.: ГМИЗ, 1969. – Вып. 32, ч. 4. – 307 с.
- [20] Баков Е.К. Распределение снежного покрова на ледниках Центрального Тянь-Шаня и оценка его доли в ледниковом стоке // *Гляциологические исследования в Центральном Тянь-Шане*. – Фрунзе: Изд. «Илим», 1984. – С. 29-40.
- [21] Hall D.K., Riggs G.A. (2016). MODIS/Aqua Snow Cover Daily L3 Global 500m SIN Grid, Version 6 [Data Set]. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MYD10A1.006>. Date of Access 11-15-2022.

REFERENCES

- [1] Zhang Y., Cao T., Kan X., Wang J., Tian W. Spatial and temporal variation analysis of snow cover using MODIS over Qinghai-Tibetan Plateau during 2003–2014 // *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. 2017. Vol. 45. P. 887-897. <http://dx.doi.org/10.1007/s12524-016-0617-y>
- [2] Sharma V., Mishra V.D., Joshi P.K. Topographic controls on spatio-temporal snow cover distribution in Northwest Himalaya // *International Journal of Remote Sensing*. 2014. Vol. 35(9). P. 3036-3056. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2014.894665>

- [3] Wang W., Huang X., Deng J., Xie H., Liang T. Spatio-Temporal Change of Snow Cover and Its Response to Climate over the Tibetan Plateau Based on an Improved Daily Cloud-Free Snow Cover Product // *Remote Sensing*. 2015. Vol 7. P. 169-194. <https://doi.org/10.3390/rs70100169>
- [4] Wang X., Wu C., Wang H., Gonsamo A., Liu Z. No evidence of widespread decline of snow cover on the Tibetan Plateau over 2000–2015 // *Scientific Report UK*. 2017. Vol. 7. P. 14645. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15208-9>
- [5] Bian Q., Xu Z., Zheng H., Li K., Liang J., Fei W., Shi C., Zhang S., Yang Z.L. Multiscale Changes in Snow Over the Tibetan Plateau During 1980–2018 Represented by Reanalysis Data Sets and Satellite Observations // *Journal of Geophys. Research Atmosphere*. 2020. Vol. 125, iss. 19. P. 319-324. <https://doi.org/10.1029/2019JD031914>
- [6] Tahir A., Chevallier P., Arnaud Y., Ahmad B. Snow cover dynamics and hydrological regime of the Hunza River basin, Karakoram Range, Northern Pakistan // *Hydrology and Earth System Sciences*. 2011. Vol. 15, N 7. P. 2259-2274. doi: 10.5194/hess-15-2275-2011. <https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00647620>.
- [7] Smith T., Bookhagen B. Changes in seasonal snow water equivalent distribution in High Mountain Asia (1987 to 2009) // *Science Advances*. 2018. Vol. 4, N 1. P. 1-8. e1701550. DOI: 10.1126/sciadv.1701550. <http://advances.sciencemag.org> (Date of access – 25.05. 2021).
- [8] Kääh A., Treichler D., Nuth C., Berthier E. Brief Communication: Contending estimates of 2003–2008 glacier mass balance over the Pamir–Karakoram–Himalaya // *The Cryosphere*. 2015. N 9. P. 557-564. <https://doi.org/10.5194/tc-9-557-2015>
- [9] Frey H., Machguth H., Huss M., Huggel C., Bajracharya S., Bolch T., Kulkarni A., Linsbauer A., Salzmann N., Stoffel M. Estimating the volume of glaciers in the Himalayan–Karakoram region using different methods // *The Cryosphere*. 2014. N 8. P. 2313-2333. <https://doi.org/10.5194/tc-8-2313-2014>.
- [10] Wang Q., Yi S., Sun W. Precipitation-driven glacier changes in the Pamir and Hindu Kush mountains // *Geophysical Research Letters*. 2017. N 44. P. 2817-2824. <https://doi.org/10.1002/2017GL07264>
- [11] Narama C., Kääh A., Duishonakunov M., Abdrakhmatov K. Spatial variability of recent glacier area changes in the Tien Shan Mountains, Central Asia, using Corona (~ 1970), Landsat (~ 2000), and ALOS (~ 2007) satellite data // *Global Planetary Change*. 2010. Vol. 71, N 1. P. 42-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.08.002>
- [12] The Third National Communication of the Kyrgyz Republic under the UN Framework Convention on Climate Change. Bishkek: El Elion LLC, 2016. 274 p. (in Russ.).
- [13] The Third National Communication of the Republic of Uzbekistan under the UN Framework Convention on Climate Change. Tashkent, 2016. 274 p. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC> (in Russ.).
- [14] Climate change trends, impact and adaptation in the Kara-Kulzha region: Final report. Project “Improving the resilience of rural communities in adapting to climate change in the Osh region of the Kyrgyz Republic”. Osh: «Maximum» Publishing House, 2014. 57 p. <http://climate.kg/images/stories/analisis.pdf> (in Russ.).
- [15] Meteorological data for 2000-2021. Kyrgyzhydromet under the Ministry of Emergency Situations of the Kyrgyz Republic. – URL: <http://www.meteo.kg> (Data of access November 15, 2022) http://climate.kg/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=27&lang=ru (in Russ.).
- [16] Dietz J., Conrad C., Kuenzer C., Gesell G., Dech S. Identifying Changing Snow Cover Characteristics in Central Asia between 1986 and 2014 from Remote Sensing Data // *Remote Sensing*. 2014. N 6. P. 12752-12775. DOI: 10.3390/rs61212752.
- [17] Kalashnikova O.Yu., Gafurov A.A. Use of ground and satellite data on snow cover for forecasting the runoff of the Naryn River // *Ice and snow*. 2017. Vol. 57, N 4. P. 507-517. doi:10.15356/2076-6734-2017-4-507-517 (in Russ.).
- [18] Armstrong R.L., Rittger K., Brodzik M.J., Racoviteanu A., Barrett A.P., Khalsa S.J.S., Raup B., Hill A.F., Khan A.L., Wilson A.M., Kayastha R.B., Fetterer F., Armstrong B. Runoff from glacier ice and seasonal snow in High Asia: separating melt water sources in river flow // *Regional Environmental Change*. 2019. N 19. P. 1249-1261. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1429-0>
- [19] Reference Book on the Climate of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969. Issue 32, part. 4. 307 p. (in Russ.).
- [20] Bakov E.K. Distribution of snow cover on the glaciers of the Central Tien Shan and assessment of its share in the glacial runoff // *Glaciological research in the Central Tien Shan*. – Frunze: Publ. "Ilim", 1984. P. 29-40 (in Russ.).
- [21] Hall D.K., Riggs G.A. MODIS/Aqua Snow Cover Daily L3 Global 500m SIN Grid, Version 6 [Data Set]. 2016. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MYD10A1.006> (Date of access 11-15-2022)

Ж. Д. Такибаев¹, М. Е. Татькова², Н. В. Пиманкина³

¹ МНС (ТОО «Центрально-Азиатский региональный гляциологический центр категории 2 под эгидой ЮНЕСКО»), Алматы, Казахстан)

² PhD докторант (КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

³ К. г. н., руководитель лаборатории мониторинга динамики снежных и ледовых ресурсов (ТОО «Центрально-Азиатский региональный гляциологический центр категории 2 под эгидой ЮНЕСКО»), Алматы, Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ РАДИОМЕТРА MODIS В ИССЛЕДОВАНИЯХ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Аннотация. На основе данных спектрорадиометра MODIS оценена площадь, занятая снежным покровом, в верховьях бассейна р. Сырдария. По данным Кыргызгидромета за 1960-2021 гг. оценена изменчивость температуры воздуха и сумм осадков в бассейне. На МС Тянь-Шань (массив Ак-Шийряк) средняя годовая

температура повысилась на 1,9°C, на МС Узген – на 1,1°C за 70 лет наблюдений. Количество осадков в целом изменилось незначительно, аномального сокращения сумм осадков за холодный период не отмечено. Сравнение площади распространения снежного покрова в апреле и мае по данным MODIS за 2000-2009 и 2010-2018 гг. показало противоположные тенденции развития ситуации.

Ключевые слова: изменения, MODIS, площадь покрытости, снежный покров, тренды, Тянь-Шань.

Zh. D. Takibayev¹, M. Ye. Tatko², N. V. Pimankina³

¹ Junior scientific researcher (LLP "Central Asian Regional Glaciological Center category 2 under the auspices of UNESCO", Almaty, Kazakhstan)

² PhD student (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

³ C. g. s., head of the laboratory of the monitoring of snow and ice resources (LLP "Central Asian Regional Glaciological Center category 2 under the auspices of UNESCO", Almaty, Kazakhstan)

APPLICATION OF THE MODIS RADIOMETER DATA TO THE SNOW COVER INVESTIGATIONS

Abstract. Based on the data of the MODIS spectroradiometer, the area occupied by snow cover in the upper reaches of the Syrdarya river basin was estimated. According to Kyrgyzhydromet data for 1960-2021, the variability of air temperature and precipitation in the basin was assessed. At the Tien Shan meteorological station (Ak-Shyiryak mountains), the average temperature increased by 1.9°C, at the Uzgen meteorological station – by 1.1°C over 70 years of observations. The amount of precipitation, in general, has changed insignificantly, an anomalous reduction in the amount of precipitation during the cold period has not been noted. Comparison of the snow cover area in April and May according to MODIS data for 2000-2009 and 2010-2018 showed opposite trends in the development of the situation.

Keywords: changes, coverage area, MODIS, snow cover, trends, Tien Shan.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-4-11-19.19>

UDC 556.5

M. O. Fatkhi¹, P. N. Tersky², I. A. Kopeikin³

¹ Junior research (FSBI State oceanographic institute named N. N. Zubov, Moscow, Russian Federation)

² PhD of geographical sciences, senior research associate (FSBI State oceanographic institute named N. N. Zubov, Institute of water problems of the Russian academy of sciences, Moscow, Russian Federation)

³ Engineer (FSBI State oceanographic institute named N. N. Zubov, Moscow, Russian Federation)

MODERN METHODS OF HYDROMETRIC RESEARCH: BATHYMETRIC WORKS USING ECHO SOUNDER

Abstract. The study of the morphometry of the bottom of water bodies is an important task in various areas of economic, industrial, and other activities, as well as scientific research. Therefore, it is necessary to develop and use modern methodological solutions in applied hydrography for carrying out bathymetric works and processing the obtained material.

This article examines modern methods of working with echo sounders, covering theoretical and practical aspects of using these devices. The article presents an overview of existing echo sounder classifications, methods for performing survey work in expeditionary conditions, and compiling final materials in the form of tables and vector layers.

The main aspects of working with echo sounders are considered, such as equipment selection, parameter setting, conducting survey work, processing and analyzing data, and their integration with geographic information systems. Innovative developments and technologies that contribute to improving the quality and accuracy of results are described.

Special attention is paid to the integration of echo sounders with other technologies, such as geographic information systems (GIS). The authors also consider practical aspects of using echo sounders in navigation, hydrography, and other areas.

This article provides a valuable overview for professionals in the field of hydrology and related areas, studying the morphometry of the bottom of water bodies, as well as for a wide range of readers interested in innovative technologies and the field of acoustics and geographic information systems.

Keywords: survey work, geographic information systems (GIS), bathymetry, echo sounder, hydrostatic logger.

Introduction. Depth finders, or sonars, are an indispensable tool in hydrography, marine navigation, and conducting natural scientific research. They allow determining the depth of water bodies and the relief of the seabed, which plays a crucial role in ensuring the safety of navigation, developing infrastructure projects, and studying underwater ecosystems. Due to the variety of applications for sonars, as well as the constant development of technologies and new sonar models, there is a need to develop modern and efficient methodologies for working with these devices. The aim of this article is to present contemporary types of sonars, their operation, equipment preparation and setup, and analysis of the obtained data. The article will discuss the main principles of sonar operation and the specifics of using different types of sonars depending on the tasks and conditions of the measurements. We hope that the proposed methodology will be useful for professionals in hydrography, marine navigation, and oceanography, as well as for underwater enthusiasts who wish to master the operation of sonar for their research or recreational purposes.

General information. Nowadays, the most accurate and simple device for measuring the depths of water bodies is the sonar. The basics of its functioning principle have been extensively described in publications of the 20th century (Korotkin I.M., Nefedov P.M., 1985; Lavrentiev A.V., Bogdanovich M.L., 2007). In recent years, the development and improvement of sonars have significantly advanced thanks to digital technologies.

Most modern research in the field of sonars covers their principles of operation, including acoustic location, signal processing, and visualization (Medwin & Clay, 2021). In particular, sonars are divided into single-frequency and multi-frequency, and each group has its advantages and disadvantages (Simmonds & MacLennan, 2005). The literature also presents a classification of sonars by the type of emitted signals, dividing them into short-pulse and broadband (Meyer & Simmonds, 2021).

Modern sonars are used in various fields, ranging from navigation and hydrography to oceanography and fishing. In particular, sonars are used to create detailed maps of sea and ocean depths, as well as inland water bodies, which significantly simplifies navigation and allows identifying suitable fishing areas. It should be noted that measuring depth without geographic referencing has a number of limitations for further data use. Therefore, methods of geodetic referencing of measurement materials using various geodetic devices and global satellite positioning systems have been developed, as well as regulatory documents regulating the operation of this equipment, for example, in construction (e.g., СП РК 1.02-101-2014, СНиП 104.97). These documents introduce, for example, restrictions on the vessel's speed during measurements, methodology for laying survey lines, density of measurement points, and more. In recent years, there has been active development of technologies for collecting, recording, and transmitting sonar data, which significantly increases their efficiency and accuracy. In particular, researchers have focused on the development of signal processing algorithms, adaptive methods of acoustic location, and integration with other technologies.

Modern signal processing algorithms significantly increase the sensitivity of sonars and reduce the impact of noise. The use of methods such as signal compression, filtering, and source localization allows processing large volumes of data and visualizing complex seabed structures. Adaptive methods of acoustic location represent a new approach to determining depth and forming an image of the water body's bottom using variable parameters of the acoustic signal. These methods allow effectively determining depth in complex conditions, such as noise interference or variable geometric conditions.

Modern sonars are increasingly integrated with other technologies, such as geographic information systems (GIS), laser, and multisensor systems. Such integration significantly improves the accuracy and reliability of the data obtained and expands the application field of sonars, for example, in geology, hydrology, and other applied areas. The result of measurements by such sonars is a set of tabular data in various formats, containing information about the coordinates of the measurement area, depths at that area, and some other information obtained during the operation of the device.

The data is converted into a point vector file for subsequent integration into the GIS structure. There are many GIS packages that allow visualizing and processing measurement results, such as ArcGIS, QGIS, GlobalMapper, Surfer, and others. The format of the final hydrographic survey data depends on the specific research objectives. In the case of creating cartographic materials (e.g., navigation charts), the result is isobaths and depth marks. Such a vector dataset can be generated manually or automatically, without requiring attachment to a height system (e.g., Baltic Height System), while the frequency of contour lines is determined by the scale of the cartographic material and the depths of the water body.

If the primary goal is to integrate hydrographic data into a universal cartographic base (e.g., topographic or terrain relief maps), it is necessary to link the data to a local or global height system using topographic-geodetic methods. In specific cases, when research is aimed at calculations or modeling of various processes and phenomena, the final product becomes digital terrain models. This material represents an area continuously covered with information with a certain spatial resolution and a given height accuracy.

Types of sonars. Currently, there is an extensive assortment of sonars, which, in the authors' opinion, can be classified into several main categories without considering specific models and manufacturers.

The first category includes portable sonars (figure 1), which are devices that determine depth by immersing the sensor in water and activating the measurement function. Such devices do not provide continuous acoustic imaging, measurement positioning, or erroneous data correction (e.g., double signal reflections).



Figure 1 – Portable sonar (a), Stationary sonar (b), Multibeam sonar (c)

The second category is represented by stationary sonars installed on vessels. These devices consist of an echolocation sensor, chart plotter, and power supply unit. They are equipped with built-in global positioning systems, such as GPS and GLONASS. These sonars allow for continuous data recording. The chart plotter screen can track any changes in depths and the vessel's position in real-time, as well as detect object profiles on the seabed or water column using a continuous echogram. A disadvantage of these devices is the integration of the satellite positioning module into the chart plotter, which can be located far from the sonar sensor. This leads to a decrease in positioning accuracy and orientation, and as a result, a deterioration in depth measurement quality.

The third category also includes stationary, high-precision sonars equipped with sensors connected to personal computers (e.g., rugged and water-resistant laptops) and appropriate software (e.g., Hypack). This type of instrumentation complex provides minimization of vertical error and allows for programmatically defining the shape of pre-prepared materials, eliminating several stages of data processing. Positioning occurs using an external antenna, also connected to a personal computer.

The fourth category comprises multibeam sonars, hydrolocators, and structural scanners. These devices provide area scanning on both sides of the sensor axis, creating a detailed bottom image. Such images can be used to assess the type of bottom sediments, planar shape of bottom relief, position, and genesis of sunken objects, etc. This information is useful for studying bottom structure but is excessive for creating cartographic materials. Disadvantages of this type of equipment include high operational complexity, significant mass of the instrument complex, and high cost.

There are also other types of sonars that are currently gaining popularity. For example, a spherical sonar with Bluetooth, installed on a fishing rod or unmanned aerial vehicles, and operating through a mobile phone application; radio-controlled sonar on a boat, etc.

However, these types of devices will not be considered in this article. To ensure the highest spatial accuracy of measurements, high-precision geodetic satellite positioning equipment is used (e.g., GNSS receiver), which significantly reduces the spatial measurement error.

During experiments with various types of sonars, it was found that for conducting surveying work on relatively small water bodies (small and medium rivers, short sections of large rivers, small lakes and reservoirs, coastal areas of seas), the second and third categories of sonars are the most optimal. These sonars are relatively inexpensive, easy to operate, and mobile, do not have a large mass, which allows them to be installed on a small vessel.

The use of sonars in scientific research. Currently, stationary Lowrance and Garmin sonars have become widely popular in the academic environment when working on relatively small water bodies. These systems are characterized by relatively easy installation, high measurement accuracy (depending on the model), the possibility of modification, and application on small vessels. The choice of a suitable floating device imposes limitations on the equipment used.

The optimal solution is an inflatable boat with a rigid transom or a boat with a shallow draft. The sonar sensor is installed using a retractable clamp attached to the transom, submerging the sensor at a depth where the influence of the motor propeller is minimal (usually about 0.3 m). When analyzing the measurement results, this value should be taken into account and added to all the obtained data. The chartplotter is placed as close as possible to the sensor installation site, providing the captain's convenience in familiarizing themselves with the information on the screen.

The power supply unit (usually operating from 12V car or motorcycle batteries) is installed in a hermetic container. When conducting continuous measurements, a track plan is developed in advance and imported into the sonar (figure 2). Visualizing the work plan on the display significantly simplifies the process and ensures more regular coverage of the area with a survey grid. For Lowrance sonars, the preliminary development of a work plan in the form of measurement tracks is performed in the .usr format. Data preparation can be carried out using various GIS packages (for example, Global Mapper).



Figure 2 – Preparation of the track plan in the GIS package Global Mapper (a), screen of the Lowrance HDS-5 chartplotter during work with the displayed track (b)

According to (СП РК 1.02-101-2014, СНиП 104.97), the measurement speed may vary depending on the tasks and equipment used. The technical specifications of Lowrance sonars and their analogs provide the manufacturer's stated accuracy of depth and positioning measurements when the boat is moving at a speed of no more than 18 km/h. In continuous recording mode, measurements can be made with high regularity, which allows for the identification and elimination of incorrect data, both in automatic and manual modes.

Thanks to the presence of at least two depth and coordinate records at each measurement point, as well as the limited distance between adjacent points (no more than tens of centimeters), calculating the outlier value becomes relatively simple. The type of water body, meteorological, and other conditions impose a number of requirements and limitations on the process of performing hydrographic work. In addition to river flood levels, the water level in the lower reach of reservoirs can change significantly due to the regulation of discharges from the hydro-node, and on counter-regulatory reservoirs and ponds of HPPs, work may be accompanied by regular changes in water levels.

To account for changes in water levels in the results of survey work, it is necessary to link the water level at the beginning, end, and often during the fieldwork period. This can be done by organizing temporary water meter posts or using information from network water meter posts. A modern solution to this issue involves using hydrostatic or optical water level recorders (loggers). The optical recorder is installed above the water body and regularly measures the water level using a built-in optical rangefinder.

The hydrostatic recorder is placed in the water column and records the total pressure exerted on the sensor (figure 3 – hydrostatic and atmospheric pressure). The correction of measurements for atmospheric pressure is based on data from the nearest meteorological stations or using an additional recorder installed on land.

Thus, modern approaches to conducting sonar measurements, including the use of continuous recording and accounting for changes in water level, allow for increased accuracy and reliability of the

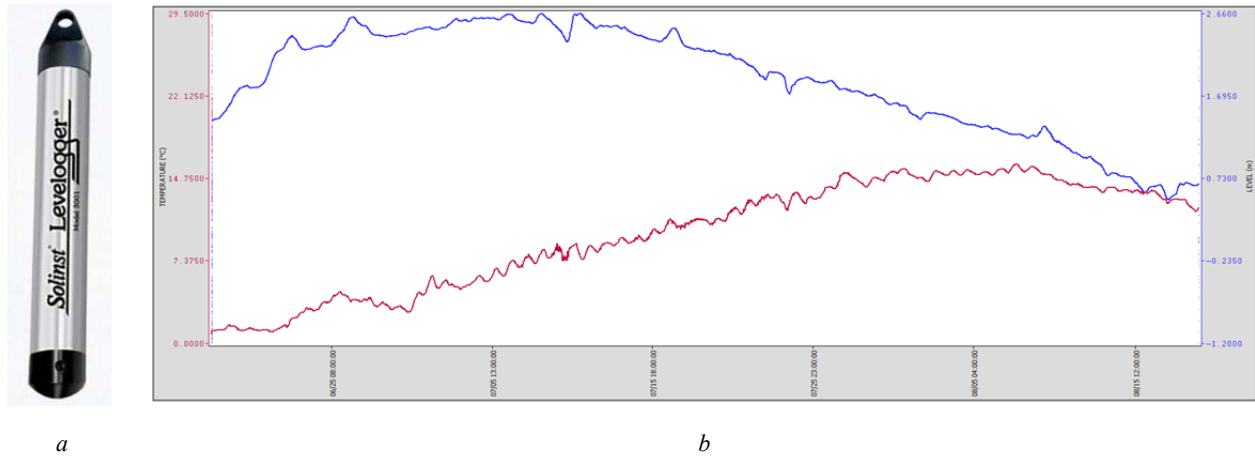


Figure 3– Solinst Levelogger hydrostatic water level recorder (a) and a graph of water levels and temperature changes based on recorder measurements (b)

obtained data, which is a key factor when performing survey work under various conditions and on different water bodies.

Processing measurement materials. Sonars from various manufacturers generate files with different formats and resolutions during operation. The software designed to work with such files may also vary depending on the device manufacturer. In the case of Lowrance sonars, a file with the .sl2 extension is created during recording. To process files of this format, it is recommended to use the SonarViewer program (figure 4).

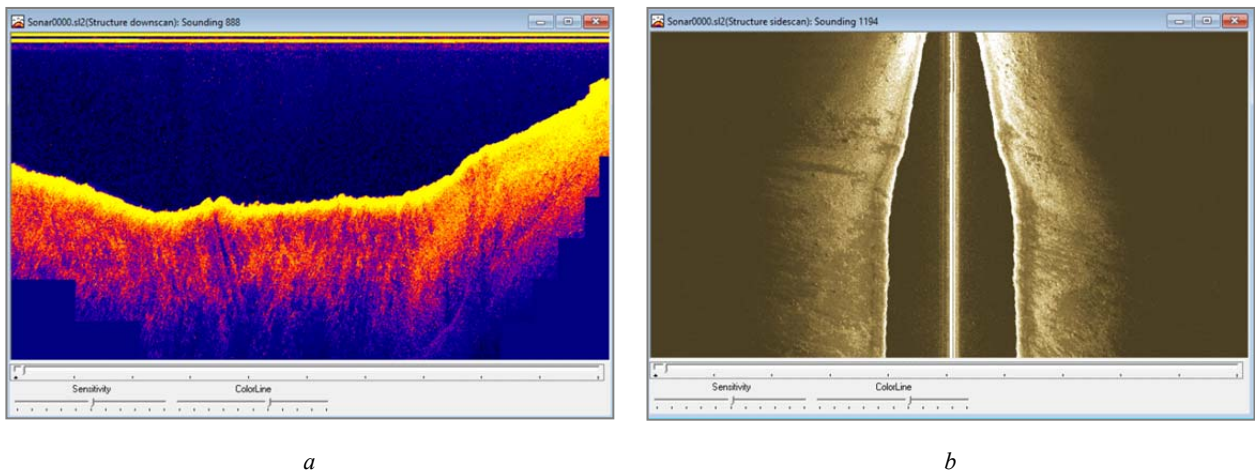


Figure 4 – SonarViewer software workspace: (a) second-type sonar echogram; (b) structure scanner sonogram

This application allows the exploration of data obtained from second-type sonars and more complex Lowrance fourth-type modifications. SonarViewer provides the ability to convert and export data from an .sl2 file to a tabular .csv format or a text .txt format.

Primary data are subject to further processing: incorrect values are discarded, feet are converted to meters if necessary, and the depth of the sonar sensor is added to the survey data. Information from the recorders is synchronized in time and space with the survey data, after which all materials are brought to a single level. The next stage involves creating a vector layer based on the processed tabular data.

Tabular information is imported into the GIS package project and converted into a point vector layer. In the context of this article, we will consider importing data into Global Mapper. For this software, it is sufficient to prepare a table file with an .xlsx, .txt, .csv, or other extension, then specify the file parameters (projection, layer geometry, coordinate format, etc.), and save the imported material in the selected vector format in the specified coordinate system (for example, .shp) (figure 5).

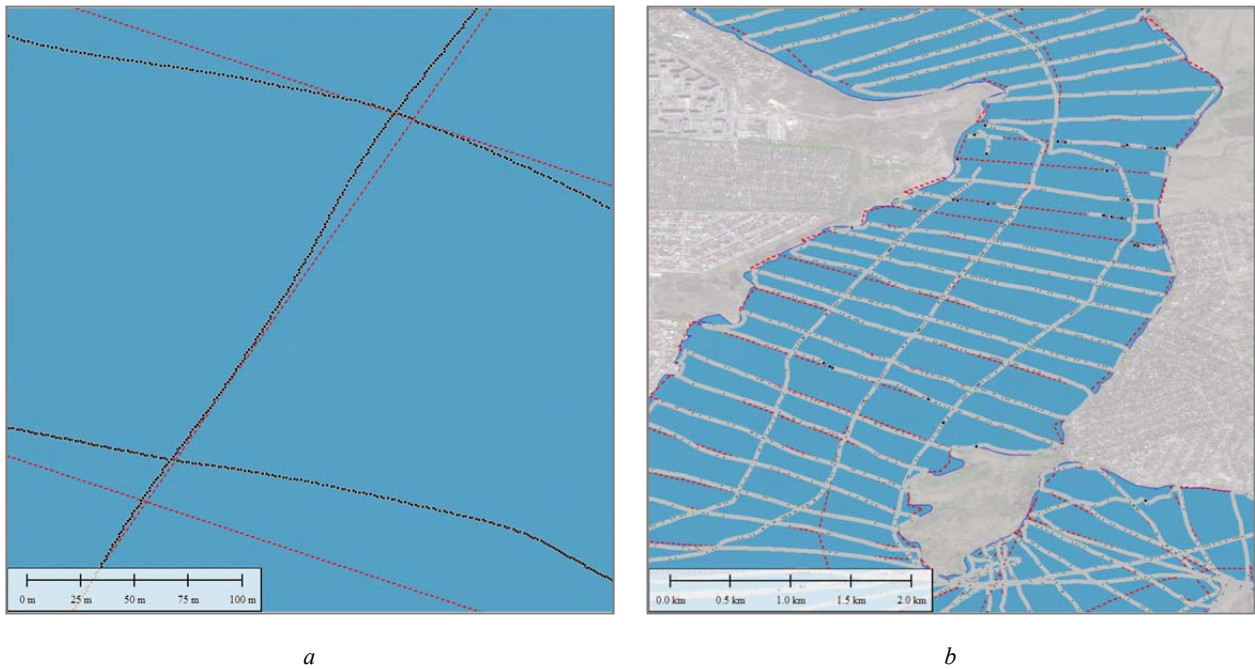


Figure 5 – Vector point layer based on large-scale survey results (a) and small-scale (b)

For navigable sections of rivers, an up-to-date plan of the channel in contours, brought to the design water level, is required. The design water level (Conditional low water level with a specified reliability according to ГОСТ P 58731-2019) can be found in navigation charts and sailing directions. Below is a sequence for processing survey materials that allows you to create a plan of the riverbed in contours.

Calculate the cut-off level (the excess of the working water level above the design level), using information about the working water level in the area. In this simple case, it is assumed that the cut-off at the upper and lower boundaries of the work area is the same. Create a shoreline layer (linear). The shoreline layer should contain a depth field, the value of which for objects is zero (corresponds to the zero depth line, i.e., the waterline). Create a polygonal layer of the site boundary. In the attribute table of the vector layer of survey depth data, find the field containing the depths and convert them to meters if necessary, calculate the depths corresponding to the design level. Perform interpolation of depths corresponding to the design level, using depth surveys, the shoreline, and the boundaries of the area (figure 6).

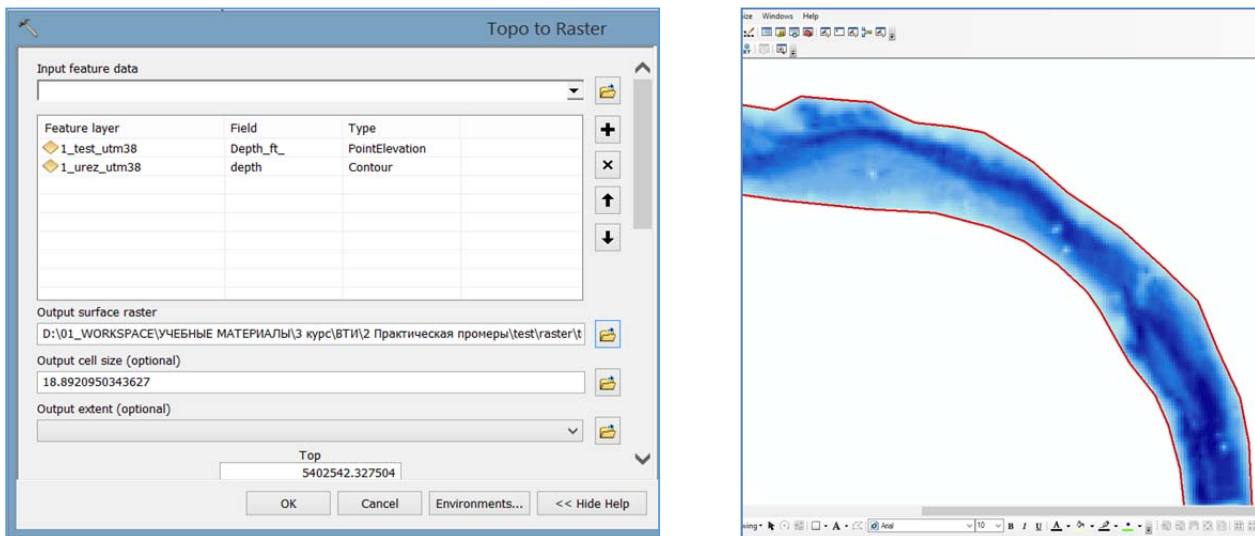


Figure 6 – Performing interpolation using the Topo To Raster method in ArcGIS Desktop and the result of the interpolation

Build a linear contour layer within the channel boundary. Perform smoothing and manual adjustment of contours. The design of the riverbed plan may include adding labels, a scale bar or numerical scale, a north arrow or coordinate grid, a legend and map (plan) title, information about the coordinate system, the date of the survey, and the working level, cut-offs. The numerical scale is used when preparing a plan for printing in a specified format. For using the plan in electronic form, it is recommended to use a linear scale.

A riverbed plan in isohypses (absolute elevation marks) is usually required for construction and operation areas of coastal structures connected to the water area (bridges, piers, water intakes, etc.). Creating a riverbed plan in isohypses (building a digital model of the riverbed relief) is also based on the array of survey work data and can be done in two ways. First, converting the array of depth survey data to absolute elevations by any means, then repeating the procedure described above.

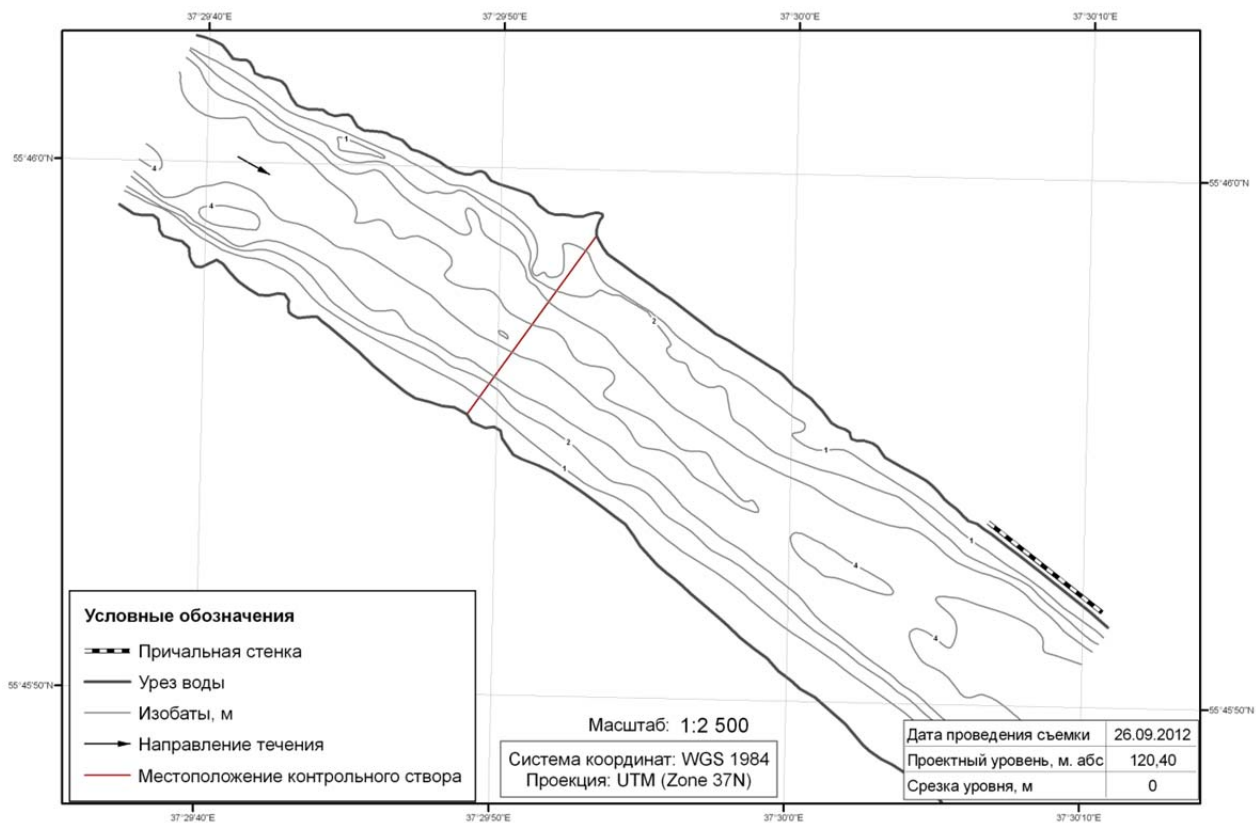


Figure 7 – Riverbed plan in contours (example)

The second path is performed using GIS tools and involves continuing work with the riverbed plan in contours (figure 7). Using the array of depth surveys, or based on corrected contours, perform depth interpolation. The resulting raster depth layer will be used as the primary dataset for channel relief. Build a raster model of the sloping water surface at the design level using data on the design water level at the boundaries of the river section. Construct a digital model of the riverbed relief in absolute elevations by comparing surfaces (raster calculator). This will be a raster layer representing a field of difference values between the water surface model at the design level and the depth layer at the design level. Build a riverbed plan in isohypses (contours), adjust isolines if necessary.

Conclusion. In conclusion, it can be emphasized that the development and use of an effective methodology for working with an echo sounder is a key factor for obtaining accurate and reliable data on the depths and geometry of water bodies. This note represents a summary of modern approaches and tools used in applied hydrographic research using echo sounders.

Understanding and applying the echo sounder methodologies described in the article will enable specialists in the field of hydrography and related disciplines to successfully solve depth probing tasks, as well as increase the efficiency and safety of navigation, water construction, and other works related to the

study and use of water resources. In the future, with the development of technologies and the increasing need for more accurate and detailed data on water bodies, further improvement of echo sounder methodologies is expected, as well as integration with other geophysical and hydrological research methods.

This will enable the creation of increasingly accurate and informative hydrographic models reflecting the dynamics and features of water bodies at various scales and with different degrees of detail.

REFERENCES

- [1] ГОСТ Р 58731-2019. Inland water transport. Hydrographic works. Terms and definitions. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200170106>
- [2] СП-104-97 "Engineering and geodetic surveys for construction. Part III. "Engineering and hydrographic works in engineering surveys for construction" / State Construction Committee of Russia. Moscow: Production and Research Institute for Engineering Surveys in Construction (FSUE "PNIIS") of the State Construction Committee of Russia, 2004.
- [3] СП РК 1.02-101-2014 Engineering and geodetic surveys for construction. Basic provisions, 2014.
- [4] Korotkin I.M., Nefedov P.M. Historical sketch of the development of domestic echo sounding. Leningrad: Publishing house 9 NII MO USSR, 1985.
- [5] Lavrentyev A.V., Bogdanovich M.L., Lysenko K.Y. How many fathoms under the keel? Development of depth measuring tools: from an ordinary pole to a modern navigational echo sounder // Military-Historical Journal. 2007. N 6. P. 61-65.
- [6] Lowrance. (2021). Lowrance HDS Carbon User Reference Guide. Retrieved from <https://www.lowrance.com/lowrance/type/sonar-gps/hds-carbon/>
- [7] SonarViewer. (2020). SonarViewer User Manual. Retrieved from <https://www.sonarviewer.com/manual/>
- [8] Blue Marble Geographics. (2021). Global Mapper User's Manual. Retrieved from <https://www.bluemarblegeo.com/docs/global-mapper-user-guide.php>
- [9] Medwin H., Clay C.S. (2021). Fundamentals of acoustical oceanography. Elsevier.
- [10] Meyer C.G., Simmonds J.J. (2021). Broadband echosounders: technologies, applications, and challenges // Journal of Marine Science and Engineering, 9(3), 287.
- [11] Simmonds E.J., MacLennan D.N. (2005). Fisheries acoustics: theory and practice. John Wiley & Sons.

М. О. Фатхи¹, П. Н. Терский², И. А. Копейкин³

¹Младший научный сотрудник

(ФГБУ Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова, Москва, Российская Федерация)

²К. г. н., старший научный сотрудник (ФГБУ Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова, Институт водных проблем Российской академии наук, Москва, Российская Федерация)

³Инженер (ФГБУ Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова, Москва, Российская Федерация)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: БАТИМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭХОЛОТА

Аннотация. Изучение морфометрии дна водных объектов является важной задачей в ряде отраслей хозяйственной, экономической и иной деятельности, а также в научных исследованиях. В связи с этим необходимы разработка и использование в прикладной гидрографии современных методических решений для выполнения батиметрических работ и обработки полученного материала.

Рассматриваются современные методы работы с эхолотами, охватывающие теоретические и практические аспекты использования этих приборов. Статья представляет обзор классификаций эхолотов, методы выполнения промерных работ в экспедиционных условиях и составления итогового материала в виде таблиц и векторных слоев.

Изложены основные аспекты работы с эхолотами, такие, как выбор оборудования, настройка параметров, проведение промерных работ, обработка и анализ данных, а также их интеграция с геоинформационными системами. Описаны инновационные разработки и технологии, которые способствуют улучшению качества и точности результатов.

Особое внимание уделяется корреляции эхолотов с другими технологиями, такими, как географические информационные системы (GIS). Авторы также рассматривают практические аспекты использования эхолотов в навигации, гидрографии и прочих областях.

Представлен ценный обзор для специалистов в области гидрологии и смежных областей, занимающихся изучением морфометрии дна водных объектов, а также материал для широкого круга читателей, заинтересованных в инновационных технологиях в области акустики и географических информационных систем.

Ключевые слова: промерные работы, геоинформационные системы (ГИС), батиметрия, эхолот, гидро-статический самописец (логгер).

М. О. Фатхи¹, П. Н. Терский², И. А. Копейкин³

¹ Кіші ғылыми қызметкер

(Н. Н. Зубов атындағы Мемлекеттік океанографиялық институты, Мәскеу, Ресей Федерациясы)

² Г. ғ. к., аға ғылыми қызметкері (Н. Н. Зубов атындағы Мемлекеттік океанографиялық институты, Ресей ғылым академиясының су мәселелері институтының, Мәскеу, Ресей Федерациясы)

³ Инженер (Н. Н. Зубов атындағы Мемлекеттік океанографиялық институты, Мәскеу, Ресей Федерациясы)

ГИДРОМЕТРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ӘДІСТЕРІ: ЭХОЛОТТЫ ПАЙДАЛАНЫП ЖАСАЛҒАН БАТИМЕТРИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

Аннотация. Су нысандары түбінің морфометриясын зерттеу, шаруашылық, экономикалық және басқа да қызмет салаларындағы маңызды міндет болып табылады. Осыған байланысты, батиметриялық жұмыстарды орындау мен алынған материалдарды өңдеу үшін, қолданбалы гидрографияда қазіргі заманғы әдістемелік шешімдерді жасап және оларды пайдалану керек.

Осы құрылғыларды қолданудың теориялық және практикалық аспектілерін қамтитын эхолоттармен жұмыс істеудің заманауи әдістері қарастырылады. Мақалада эхолоттардың қолданыстағы классификацияларына шолу жасалып, экспедициялық жағдайда өлшеу жұмыстарын жүргізу әдістері және кестелер мен векторлық қабаттар түріндегі қорытынды материалдар берілген.

Жабдықты таңдау, параметрлерді реттеу, өлшеу жұмыстарын жүргізу, деректерді өңдеу және талдау, сондай-ақ оларды геоақпараттық жүйелермен біріктіру сияқты эхолоттармен жұмыс істеудің негізгі аспектілері қарастырылады. Нәтижелердің сапасы мен дәлдігін жақсартуға ықпал ететін инновациялық өңдеулер мен технологиялар сипатталған.

Эхолоттарды географиялық ақпараттық жүйелер (GIS) сияқты басқа технологиялармен біріктіруге ерекше назар аударылады. Авторлар сонымен қатар навигацияда, гидрографияда және басқа салаларда эхолоттарды қолданудың практикалық аспектілерін қарастырады.

Мақала су нысандары түбінің морфометриясын зерттеуге арналған гидрология және онымен байланысты сала мамандары, сондай-ақ, инновациялық технологиялар мен акустика және географиялық ақпараттық жүйелер саласына қызығушылық танытатын оқырмандардың кең ауқымы үшін, құнды шолу жасалған мәлімет береді.

Түйін сөздер: өлшеу жұмыстары, геоақпараттық жүйелер (ГАЗ), батиметрия, эхолот, гидростатикалық өздігінен жазатын құрал (логгер).

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-4-20-26.20>

УДК 551.46.062.1

N. V. Popov¹, U. R. Aldabergen²

¹ Candidate of geographical sciences, Chief Researcher at the laboratory of natural hazards
(JSC "Institute of geography and water security", Almaty, Kazakhstan)

² Junior Researcher at the laboratory of natural hazards
(JSC "Institute of geography and water security", Almaty, Kazakhstan)

PROBLEMS OF FORECASTS OF NATURAL HAZARDS IN KAZAKHSTAN: EXTREME CONDITIONS OF LARGE WATER BODIES

Abstract. An overview of previous studies of the changes and forecasting of Caspian Sea level is presented. Examples of abrupt sea level changes at the historical period and for the observation period since 1900 are considered. A retrospective analysis of sea level forecasts, projects and activities initiated by these forecasts is carried out. Particular attention is paid to the long-term forecasts of fluctuations in the level of the Caspian Sea, which are currently published.

Keywords: Caspian Sea, forecast of level change, climate change, consequences of sea level change, hazardous hydrological phenomena.

Introduction. On the territory of Kazakhstan, due to its diverse geographical conditions, a wide range of natural hazards, such as earthquakes, floods, floods and mudflows, landslides, avalanches, droughts, epizootics, etc., is manifested.

Despite the fact that special attention is paid to the study of such natural hazards, a number of problems remain in the field of their forecasting, caused, first, by a wide variety of factors of their formation.

Among others, there are dangerous hydrological phenomena caused by changes in the regime of large water bodies. For example, long-term changes in the level regime, caused by a number of reasons, led to the catastrophe of the Aral Sea and the emergence of an emergency in a vast region of the country. Kazakhstani scientists assess the situation developing with the water regime of Lake Balkhash as unfavorable. In the focus of attention of specialists is the largest transboundary body of water in Kazakhstan - the Caspian Sea.

The national services of meteorological organizations of the Caspian region - Azerbaijan, Iran, Kazakhstan, Russia and Turkmenistan within the framework of the Coordinating Committee for Hydrometeorology of the Caspian Sea (CASPCOM), conduct constant monitoring of the state of the Caspian Sea, including its level regime. In addition to monitoring the current state of the level of the Caspian Sea, forecasts of its changes are of great importance. Significant drops or rises in sea level can cause large-scale negative socio-economic consequences in the Caspian region as a whole, so long-term and ultra-long-term forecasts of changes in the level of the Caspian Sea are of particular relevance.

Problem statement. To assess the adverse effects on the natural environment and the socio-economic situation in the Caspian region at extreme positions of the Caspian Sea level, in the long term within the framework of the identified amplitude, it is of particular importance to take into account long-term fluctuations in sea level in historical times. As practice has shown, the use of only observed data on the course of sea level does not ensure the validity of level projections and the proper effectiveness of measures to eliminate large-scale negative consequences caused by the state of filling of this largest inland water body.

Research methodology. Retrospective and comparative analysis of the observed data, materials of studies of the filling of the Caspian Sea in the historical period, forecasts of changes in its level, projects and protective measures to eliminate the consequences of "flooding - drainage" of coastal marine areas, outlined and implemented in the XX century.

Data sources. The data sources for the preparation of this article were the published materials of the results of research related to the change in the level of the Caspian Sea, published mainly from the middle of the XX century to the present.

Research results. Relatively recently, the Communications Earth & Environment resource in December 2020 published an article "The other side of sea level change", in which its authors give a long-term, up to the end of the XXI century, forecast of changes in the level of the Caspian Sea [1]. The article received a wide resonance, primarily in the public information space.

This small text precedes the information that many countries are implementing or planning to implement adaptation measures in response to sea-level rise, following the recommendations of the Intergovernmental Panel on Climate Change. On the contrary, much less attention has been paid to the projected impact of global warming on the fall in water levels in confined water bodies due to the "drying up of continents" in large regions of the world.

In the section of the article under the sensational title "Caspian catastrophe", it is indicated that the level of the Caspian Sea, according to the forecast, will fall by 9-18 m before the end of this century according to the scenarios of greenhouse gas emissions from medium to high, due to a significant increase in evaporation from the water area, which is not balanced by an increase in river flow or precipitation [2]. It is noted that the drop in sea level will be about twice as large as estimated on earlier climate models.

The implementation of this forecast will mean that the vast northern shelf of the Caspian Sea, the Turkmen shelf in the southeast and all coastal areas in the middle and southern Caspian Sea will appear from under the surface of the sea. In addition, the Kara-Bogaz-Gol Bay, adjacent to the eastern edge of the sea, will dry up completely. In general, the area of the Caspian Sea will decrease by 23% at 9 m and by 34% with a drop in sea level by 18 m, which inevitably, according to the authors of the article, will lead to disastrous consequences for the development of the entire Caspian region [2].

In fact, the story of catastrophic forecasts for the Caspian Sea provides an excellent opportunity to comprehend the effectiveness of human activity, deliberately directed in one direction or another under the influence of "new" scientific forecasts. Let us try to understand this by comparing the facts widely known in the past, but thoroughly forgotten today.

Since the collapse of the Quaternary cover glaciation in the Northern Hemisphere, the level of the World Ocean has increased by 130-150 m and about 4 thousand years ago approached the current situation. It is known that the levels of filling of inland water bodies, including the Caspian Sea, are subject to greater variability than the level of the World Ocean.

Leaving outside our article the possible causes of changes in the level of the Caspian Sea, we will dwell here only on the data of direct observations of the water level and data obtained from research in related disciplines (paleogeography, geology, archeology, history).

In general, for the twentieth century, in the long-term section of the course of the level, several periods can be distinguished: 1900-1930, 1942-1969 - a stable position or a slight decrease, 1930-1941 a period of sharp decline (about 2 m) and 1970-1977 - a decrease in the level that reached the lowest absolute mark in the last 500 years (-29.0 m abs.). The bays of Kaidak and Komsomolets dried up and turned into litters, the reduction in the area of the sea amounted to about 50 thousand km² [3, 4, 5]. Interestingly, it was this last period, when the level fell by less than one meter that gave impetus to the emergence of a mass of catastrophic forecasts and the unwinding of hysteria around the water problem of the Caspian Sea.

Puzzled by the sharp decline in the level of the Caspian Sea, many scientists began to predict a further decline in sea level by 2000 to -30 m and even lower. The forecast of the inevitable "shrinkage" of the Caspian Sea was considered so reliable that it was officially approved by the decision of a special session of the Academy of Sciences of the former Union and was even reflected in the resolutions of the XXV Congress of the CPSU.

It was this catastrophic forecast, recognized at the highest levels that served as a scientific justification for the notorious project of transferring the Northern Rivers, blocking the Kara-Bogaz-Gol Strait with a blind dam, as well as adapting the sectors of the national economy of the Caspian region to a fixed mark of -28.5 m.

Due to the reference to this level, everything that was built before 1985 in the coastal zone subsequently suffered to one degree or another from the impact of the Caspian Sea.

There were, of course, other forecasts, sometimes diametrically opposed. However, such forecasts were an overwhelming minority, and in their scientific thoroughness, they did not differ from the unfulfilled scenarios of "catastrophic shrinkage". One way or another, scientists, headed by the Union Academy of Sciences, party-government bodies, and business people for the most part, with great

enthusiasm perceived this catastrophic forecast, since it opened up brilliant prospects for breaking through the colossal funds of many years of large-scale creation. The plan to "save" the sea was partially implemented, dozens of projects of truly cyclopean scales were proposed.

Let us recall only some of the now forgotten projects. So, as part of a large-scale operation to turn the Northern Rivers, "to improve and correct nature" in the fight against the shallowing of the Caspian Sea, the canal and dams that would turn the waters of the Pechora and Vychegda rivers to the south were to help. This project remained not only in the "projects". Nuclear explosive devices (NDU) were used to implement it. These charges "were included in a series of peaceful nuclear weapons developed at VNIITF (All-Russian Research Institute of Technical Physics) to create a trench on the section of the Pechora-Kolvina Canal (Perm Region) - an integral part of the project developed in the 70s of the last century to transfer the waters of the northern rivers to the Volga. The experiment to create this trench was called "Taiga". Here, three nuclear charges with an energy release of 15 kt each were placed in three linearly arranged wells at a depth of 127 m. The distance between the wells was 163-167 m. Charges were blown up simultaneously on March 23, 1971" [6]. The triple explosion created an elongated crater measuring 600-380 m, but then it was decided to close this project, since its full implementation would require hundreds of nuclear charges.

It was assumed that by 1990, when the first stage of construction (25-35 km³/year) would be put into operation, the level of the Caspian Sea would still drop to -29.5 m. Therefore, in order to restore sea level, the volume of transfers by 1995 should have been 50-60 km³/year.

Truly, today the proposals to reject the northeastern shallow waters of the sea (i.e. including the Kazakh part of the water area) look fantastic in order to, as they said then, reduce the "evaporating surface". It was proposed to separate the entire Northern Caspian from the rest of the sea by means of a 380-kilometer dam to maintain the level of the Northern Caspian Sea at around -28.5 m (the salt regime of the Northern Caspian Sea was supposed to be maintained by pumping salt water from the Middle Caspian Sea through the dam, and for navigation it was planned to install locks). The recharge of the Caspian Sea with the waters of the Black Sea was also considered.

However, nature, as it usually happens, adjusted the planned development of events. Suddenly, the fall in the level stopped, and from 1978 to 1998, the level of the Caspian Sea rose by more than 2.5 meters. This rise in the level entailed large-scale negative consequences and caused a real stir in scientific and quasi-scientific circles. In the flood zone were tens of thousands of square kilometers in the expanses of the Caspian lowland, in one way or another mastered by man for decades. Objects of transport infrastructure, oil industry, developed agricultural land, port facilities, residential development in cities and settlements, descended after the departing sea, were damaged [1, 7].

There were projects to pump "excess" Caspian waters from the North Caspian Sea to the Aral Sea. There were proposals regarding the arrangement of compensatory reservoirs in the basins of the rivers of the Caspian Sea, the widespread use of seawater for economic purposes, and so on.

The sensational story with Kara-Bogaz-Gol is impressive. The bay plays an extremely important role, having a huge impact on the water and salt balances of the sea. Every cubic kilometer of seawater brings millions of tons of various salts to the bay. The bay area is surrounded by deserts, which predetermines intensive evaporation from the water area with an extremely small amount of precipitation. Because of this, the bay served as an evaporator of the Caspian waters. Until the early 1930s, Kara-Bogaz-Gol annually received 20-25 km of 3 Caspian waters. As sea levels declined, flow into the gulf decreased and by the end of the 1970s was 5-10 km³ [8].

In March 1980, the strait connecting the sea to the bay was blocked by a blind dam. The main argument of the event is to reduce evaporation from the sea in order to prevent a drop in the water level in the Caspian Sea. By the end of 1982, the area of the bay had decreased by more than four times, and by the middle of the summer of 1984, the drying process of surface brines was completed and the bay disappeared. From that moment on, some of the salts began to be carried by the winds, salting the environment, and the unique chemical production for the production of mirabilite from the brine of the bay was destroyed.

In September 1984, against the background of a new round of the water problem due to the growth of the Caspian Sea level, the flow of Caspian waters into the bay was partially resumed with the help of a specially built culvert. The renewal of the limited flow of seawater was intended to restore and preserve, at least in minimal volumes, surface brines for the revival of chemical production. At that time, no one

imagined that the level of the Caspian Sea could rise sharply, although a steady upward trend was already observed. In 1992, when the sea level rose by more than 2 meters, the dam was blown up. This time, the purpose of this action was to prevent further sea level rise.

The growth of the level of the Caspian Sea not only led to direct flooding of the coastal strip, but also significantly expanded the zone of impact of surge phenomena, which on the territory of Kazakhstan have repeatedly led to flooding of the land for 15-20 km from the coastline.

After the level of the Caspian Sea began to grow steadily, new forecasts appeared, now about its further progressive increase. Many predicted an increase in the level of the Caspian Sea in 2010-2020 to -20 m, that is, more than 6 m above this situation, and again the overwhelming majority of scientists classified this phenomenon as catastrophic [9].

In our opinion, scientists have taken into account the observational data of recent decades, mainly of the Soviet period. Information on the position of sea level in more distant epochs, obtained by paleogeographers, geologists, historians, archaeologists, was not taken into account in the calculations.

It is known that if in quaternary time the factors listed above changed quite significantly, then the amplitude of the level fluctuation changed accordingly. In the Neo-Leistocene it exceeded 150 m, and in the Holocene, in a more stable climate, it did not go beyond 12 -14 m [9]. Historical data also point to significantly lower levels of filling of the Caspian Basin.

Summing up some of the above information, it can be noted that the increased attention of the scientific community intensified only during periods of decline or increase in the level of the Caspian Sea and decreased with its relatively stationary position.

Despite the complexity of solving the problem, we can note the main thing - it is necessary to recognize that fluctuations in the level of the Caspian Sea is an integral feature of the vital activity of this largest endothermic reservoir in the world. These oscillations are rhythmic, but not strictly functional, but quasi-periodic. The current position of the level can only be an episode in the stage of sustainable growth. With the same certainty, we can talk about fluctuation, a separate surge against the background of a century-long cycle of water level decline.

The issue of a super-long-term forecast of the level of the Caspian Sea, in view of its practical importance, is given great attention. The ongoing long-period anomalous fluctuations in sea level, accompanied by drainage or, conversely, flooding of significant coastal areas of the sea, have a negative impact on many aspects of the life of the countries of the Caspian region.

Attempts to predict the position of the Caspian Sea level for long periods (from 5 years to several decades) have been made repeatedly, and their results have been published in the scientific literature. Unfortunately, in most cases they turned out to be extremely contradictory and inaccurate [10]. In the 1980s, most forecasts converged that the rise in the level of the Caspian Sea would last until 2010-2020 and many scientists classified this phenomenon as catastrophic. However, the discrepancies between the prognostic estimates of the absolute mark of the level reached 11 meters. There were also fantastic forecasts predicting that in time the Caspian Sea would reunite with the Black Sea.

In general, during the XX century, the amplitude of the values of the level of the Caspian Sea was 3.7 m [11]. The course of sea level "on a long-term scale experiences significant long-period fluctuations and belongs to the class of non-stationary nonlinear processes" [3]. Below are some results of ultra-long-term forecasts of changes in the level of the Caspian Sea for the period up to 2034-2035, developed by Russian and Kazakh researchers (figure 1).

According to Z. K. Abuzyarov, "anomalous fluctuations in the level of the Caspian Sea in its secular and long-term course are a manifestation of climatic variability of the global and regional scale, and also, in accordance with these forecasts, sharp long-term rises or falls in the level of the Caspian Sea are not expected in the next twenty years" [3].

On the contrary, according to the forecast of Kazakhstani scientists, the level of the Caspian Sea by 2020, taking into account climate change, should grow by almost 2 m, which was not confirmed by current observations, with a subsequent decrease to -27, 33 and -26.66 m under different options calculated taking into account climate change for two scenarios of greenhouse gas emissions SPES ("Special report on emission scenarios"): A2 and B1 for the time period 2006-2035, averaged over 30 years in relation to the base climatic period of 1980-1999 [12].

In our opinion, the problem of forecasting the level of the Caspian Sea still does not avoid corporate and departmental interests, and such an approach, as practice has already shown, cannot be objective. For

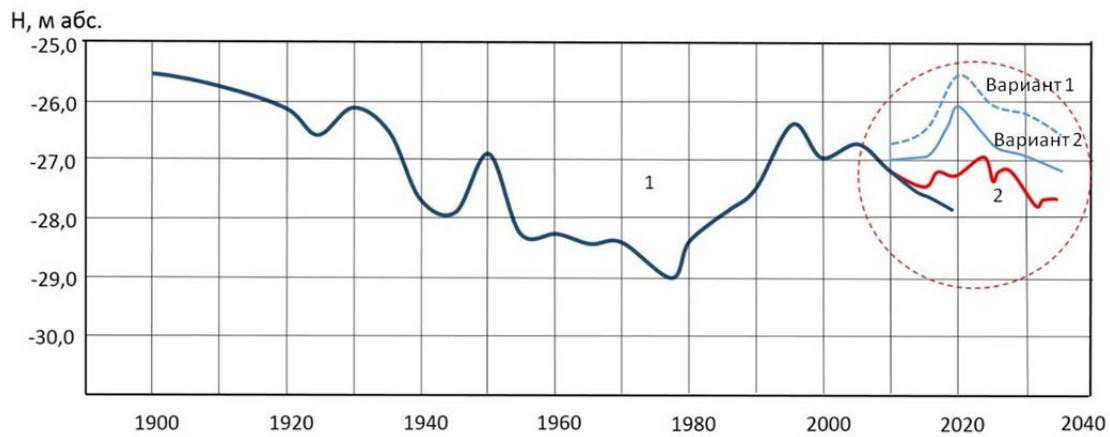


Figure 1 – 1 - change in the level of KM according to instrumental observations (Makhachkala item was selected due to a longer period of observations) [3]. 2 - Course of sea level taking into account the forecast 2014-2034 [1]. Option 1 – Sea level forecast for the future up to 2035 according to option 1 (scenario B1). D – Sea level forecast according to option 2 (scenario B1) [9]

example, the largest projects for the long-term development of hydrocarbon deposits on the Caspian shelf are also being implemented without taking into account the possible consequences of fluctuations in sea levels, which can only aggravate the difficult environmental situation. This is evidenced by the presence of hundreds of previously mothballed oil wells flooded by seawater.

Taking into account the identified changes in the level of the Caspian Sea, we should expect a drop in sea level by the end of the XXI century. On the other hand, if we take into account the long-period (secular) fluctuations in the level, by the end of this century, on the contrary, its increase should appear.

Let's return to the "catastrophic" forecast given in the article by M. Prange, T. Wilke & P. Wesselingh, "The other side of sea level change", from which it follows that the fall in the level of the Caspian Sea by 9-18 m by the end of this century is based on various scenarios of greenhouse gas emissions [1]. Below is an illustration from this article, demonstrating the situation that may arise in the event of a projected extreme drop in the level of the Caspian Sea (figure 2).

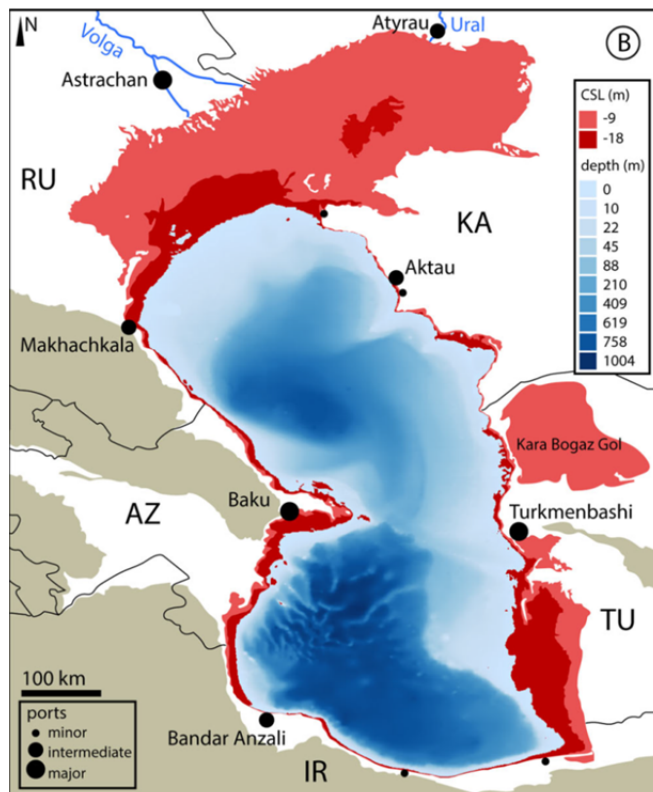


Figure 2 – Changing the configuration of the Caspian Sea according to the results of the forecast of a drop in sea level by 9-18 m by the end of the XXI century. The borders of the Caspian littoral states and the main ports on the coast are marked [12]

At the same time, the "Technical Theses of the First Global Integrated Assessment of the State of the Marine Environment" of the United Nations, among the main causes of sea level rise, note that in addition to the inflow of fresh water from the continents, the regional variability of winds and ocean currents, vertical displacements of land masses, about a third of this increase is due to the thermal expansion of the ocean [13].

Taking into account the noted multifactoriality, it is not clear why the authors of the article built their sensational forecast only on scenarios of global greenhouse gas emissions, which left inter-century changes in the level of the Caspian Sea without taking into account [1]. The proposed extrapolation of the values of the level of the Caspian Sea seems to be a significant simplification.

The combination of intra-century fluctuations in the level of the Caspian Sea in historical time [11] with the "catastrophic" forecast [1] shows its anomalous behavior, which clearly violates the identified trends (figure 3).

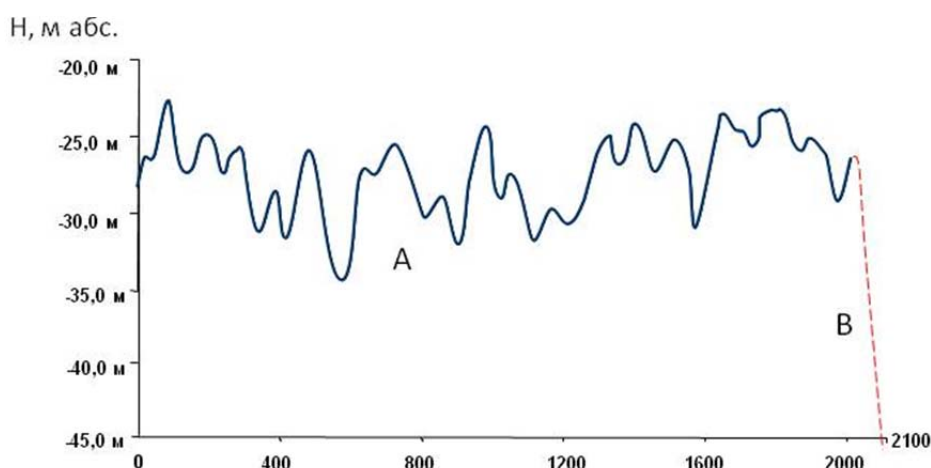


Figure 3 – Combining the inter-century course of the Caspian Sea level in historical time – A according to [2] with the "catastrophic" sea level forecast – B [12]

Conclusion. A selective retrospective analysis of the results of previous studies concerning changes in the level of the Caspian Sea in its extreme values, the negative consequences caused by these processes, showed that long-term planning for the development of the Caspian region should take into account long-term fluctuations in sea level.

The study of the reasons for the change in the level regime of inland water bodies, being an important problem, does not in itself cancel the change itself. As practice has shown, the exclusion from consideration of inter-century, quasi-periodic fluctuations in the level of the Caspian Sea negatively affects both the validity of long-term forecasts, projects, and the effectiveness of the protective measures taken.

The level of the Caspian Sea is the resulting characteristic of the interaction of the components of the water balance, the influence of endogenous factors, and climate change. The study of the behavior of the Caspian Sea level, the conjugation of observed hydrological, pale geographical, geological and historical data is becoming an independent scientific task, as part of the development of ultra-long-term sea level forecasts.

REFERENCES

- [1] Prange M., Wilke T. & Wesselingh P. The other side of sea level change (<https://doi.org/10.1038/s43247-020-00075-6> | www.nature.com/commsenv).
- [2] Nandini-Weiss S.D., Prange M., Arpe K., Merkel U. & Schulz M. Past and future impact of the winter North Atlantic Oscillation in the Caspian Sea catchment area // *Int. J. Climatol.* 40, 2717–2731 (2020).
- [3] Abuzyarov Z.K. Super-long-term forecasts of the level of the Caspian Sea for 6, 12 and 18 years. 2015, p. 79-95. abusiar@mecom.ru
- [4] Nikonova R.E. On the causes and consequences of long-term fluctuations in the level of the Caspian Sea in the XX-XXI centuries // *Trudy GOIN.* 2008. Vyp. 211. P. 127-151.
- [5] Shivareva S.P., Li V.I., Ivkina N.I. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Vol. IX: Internal and Peripheral Water Bodies of Kazakhstan (Aral, Balkash, Caspian). Almaty, 2012, 454 p.
- [6] www.Minatom.ru/News/Main/view?id=16892

- [7] Sadykov Zh.S., Golubtsov V.V., Duisenbaev Zh.D. et al. Fluctuations in the level of the Caspian Sea and its forecast // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Almaty, 1995. N 6. P. 9-19.
- [8] Butaev A.M. Kaspiy: riddles of the level. Makhachkala, 1998, 70 p.
- [9] Rychagov G. I. Fluctuations in the level of the Caspian Sea: causes, consequences, forecast // Vestnik MSU. Ser. 5. Geography. 2011. N 2. P. 4-12.
- [10] Shakhrai M. Dengi - in the sand, and the ends - in the water. AiF "Dagestan". N 3, 1996.
- [11] General catalogue of the level of the Caspian Sea. Coordinating Committee for Hydrometeorology of the Caspian Sea (CASPCOM). <http://caspcom.com/>
- [12] Nakichenovich N. und Swart R.. Emissionsszenarien IPCC-Sonderbericht zu Emissions Scenarios.2000. www.researchgate.net/publication/200472347_Emission_Scenarios_IPCC_Special_Report_on_Emission_Scenarios.
- [13] Technische Zusammenfassungen der ersten globalen integrierten Bewertung des Zustands der Meeresumwelt. "Auswirkungen des Klimawandels und der damit verbundenen atmosphärischen Veränderungen auf den Ozean". Vereinte Nationen. 2017. <https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/17-05753-r-impacts-of-climate-change.pdf>.

Н. В. Попов¹, Ұ. Р. Алдаберген²

¹ Г. ф. к., бас ғылыми қызметкер («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

² Кіші ғылыми қызметкер («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚАУІПТІ ТАБИҒИ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ БОЛЖАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ: ІРІ СУ ОБЪЕКТІЛЕРІНДЕГІ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАР

Аннотация. Каспий теңізінің деңгейін өзгерту және болжау мәселесіне арналған бұрын орындалған зерттеулерге шолу ұсынылған. Тарихи кезеңдегі және 1900 жылдан бергі бақылау кезеңіндегі теңіз деңгейінің күрт өзгеруінің мысалдары қарастырылды. теңіз деңгейінің өзгеруінің көптеген болжамдарына, жобалар мен іс-шараларға ретроспективті талдау жүргізілді. Қазіргі уақытта жарияланған Каспий теңізі деңгейінің ауытқуының ұзақ мерзімді болжамдарына ерекше назар аударылды.

Түйін сөздер: қауіпті гидрологиялық құбылыстар, Каспий теңізі, деңгейдің өзгеру болжамы, климаттың өзгеруі, теңіз деңгейінің өзгеру салдары.

Н. В. Попов¹, Ұ. Р. Алдаберген²

¹ К. г. н., главный научный сотрудник (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

² Младший научный сотрудник (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗОВ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ: ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ КРУПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. Представлен обзор ранее выполненных исследований, посвященных проблеме изменения и прогноза уровня Каспийского моря. Рассмотрены примеры резких изменений уровня моря в исторический период и за время наблюдений с 1900 г. Проведен ретроспективный анализ многочисленных прогнозов изменения уровня моря, проектов и мероприятий, инициированных указанными прогнозами. Особое внимание уделено долгосрочным прогнозам колебания уровня Каспийского моря, опубликованным в настоящее время.

Ключевые слова: опасные гидрологические явления, Каспийское море, прогноз изменения уровня, изменение климата, последствия изменения уровня моря.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-4-27-35.21>

УДК 556.55

С. К. Алимкулов¹, А. Б. Мырзахметов², А. А. Турсунова³, А. З. Таиров⁴, К. М. Болатов⁵

¹ К. г. н., зам. председателя правления

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

² Доктор PhD, старший научный сотрудник лаборатории водных ресурсов

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

³ К. г. н., руководитель лаборатории водных ресурсов

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

⁴ К. г. н., старший научный сотрудник

(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

⁵ Научный сотрудник (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕТОКА ВОДЫ В ПРОЛИВЕ УЗЫНАРАЛ ОЗЕРА БАЛКАШ

Аннотация. Экологическая система озера Балкаш является уникальным природным комплексом, где на относительно маленькую территорию приходится 5 климатических поясов – от ледников Таниртау до жарких пустынь Прибалкашья. Рассмотрены вопросы динамического изменения уровня воды и связанной с ним площади и объемов воды в озере. Уровень воды в озере Балкаш является одним из основных экологических показателей всего водосборного бассейна. До зарегулирования стока р. Иле Капшагайским водохранилищем уровень воды в озере циклически изменялся от 341 до 342 м БС. В последнее время из-за периода многоводности поступающего речного стока уровень озера находится между этими отметками. Уникальность озера состоит в том, что оно разделено проливом Узынарал на две части с различными составами воды – в западной части она пресная, а в восточной солоноватая. Проведены полевые исследования в проливе Узынарал осенью 2022 г., представлены их результаты.

Ключевые слова: уровень воды, пролив Узынарал, экспедиционные исследования, водообмен, измерительные работы.

Введение. Иле-Балкашский бассейн является комплексной экосистемой на юго-востоке Казахстана и частично СУАР КНР, его площадь 413 тыс. км². В водосборном бассейне проживает пятая часть населения Казахстана, более 50 % которого составляют сельские жители [1]. Климатические условия, обеспеченные поверхностным стоком, позволили развивать орошаемое земледелие на плодородных землях и скотоводство, а также развивается промышленный комплекс. Уровень оз. Балкаш, как у других бессточных озер полуаридной зоны, испытывает крупномасштабные многолетние и вековые циклические колебания, обусловленные изменчивостью климата [2-7]. Определенное значение в многолетних колебаниях уровня оз. Балкаш имеет циклическое развитие дельты р. Иле. Внутригодовые колебания уровня определяются внутригодовым ходом водного баланса озера, связанным с годовым климатическим циклом, а также с барико-ветровыми воздействиями.

Динамика многолетнего колебания уровня воды озера Балкаш. Исходными материалами для расчета среднегодовых значений уровня воды оз. Балкаш послужили «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» [2, 3, 8, 9]. Согласно Р. Д. Курдину [10], уровень озера в текущем многовековом цикле опускался ниже отметки 336 м и поднимался до 349 м. Если посмотреть по восстановленным данным, то амплитуда вековых колебаний уровня воды составляет 12-14 м. Минимальные значения наблюдались с V по X век, а максимальные уровни воды отмечены с XIII по XVII век. В 1975-1987 гг. он находился в фазе спада как многовекового, так и внутривекового циклов. При этом его колебания определяются не только природными, но и антропогенными факторами, прежде всего значительным ростом безвозвратного водопотребления на орошение и изъятиями стока р. Иле на наполнение Капшагайского водохранилища. В результате их совместного воздействия в 1987 г. среднегодовой уровень озера, по фактическим данным, достиг самой низкой в XX столетии отметки – 340,65 м [11].

С 1938 по 2021 г. имели место как минимумы, так и максимумы уровня. Продолжительность циклов, определяемая по времени наступления минимумов, колебалась от 45 до 61 года, а по времени наступления максимумов – от 42 до 65 лет (рисунок 1).

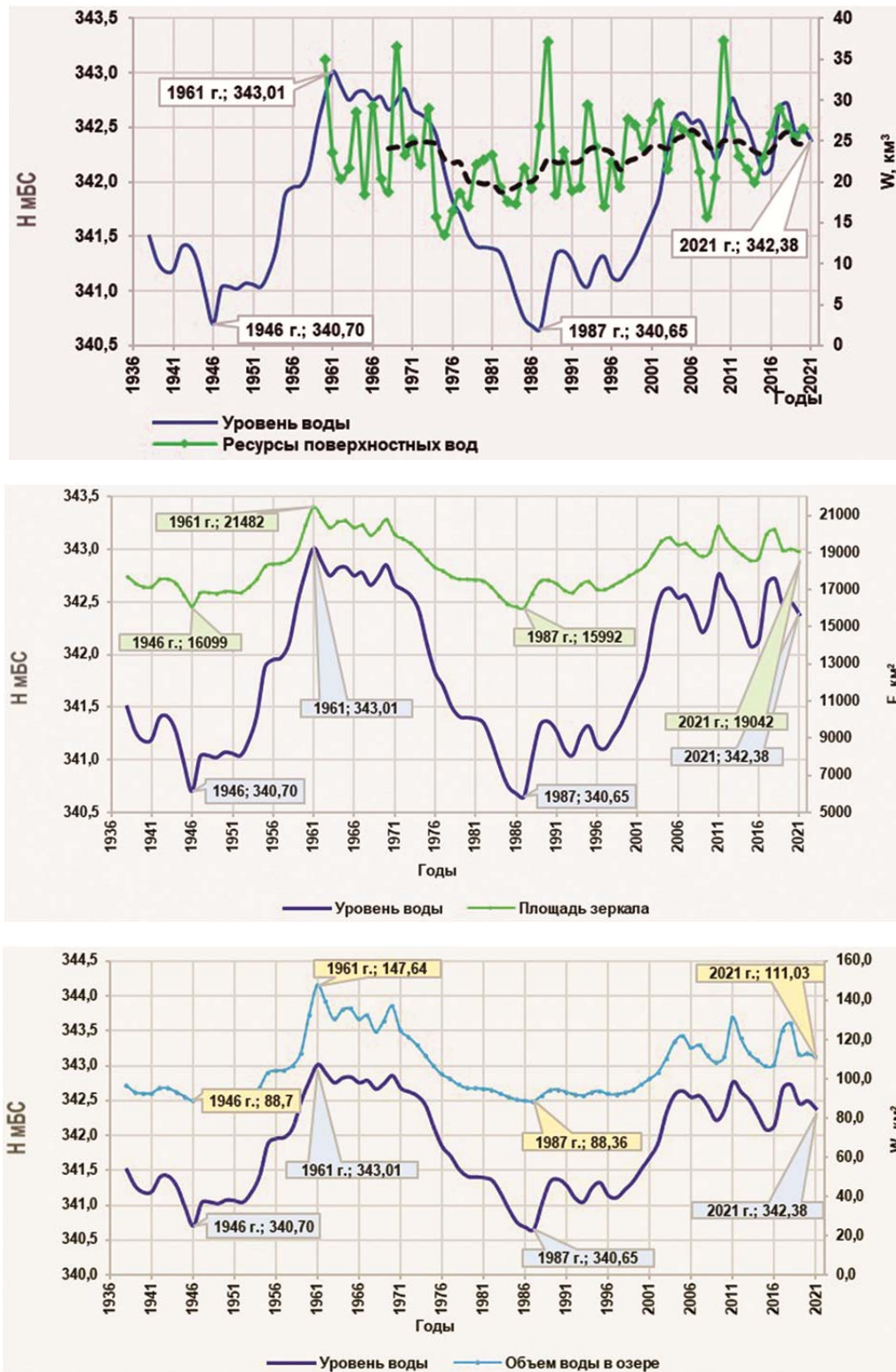


Рисунок 1 – Динамика основных параметров озера Балкаш

Как видно из графика, в течение первых 10 лет указанного периода уровень озера интенсивно понижался. Затем следовал некоторый подъем и снова спад: с 1937 по 1946 г. средний годовой уровень озера понизился примерно на 1 м. В течение последующих 6 лет уровень озера находился почти в стабильном состоянии. Максимальный уровень озера был зафиксирован в 1961 г. – 343,01 м БС. Начиная с 1962 по 1969 г. резких изменений уровня не наблюдалось. С 1970 г. уровень озера начал резко снижаться, что связано с введением в эксплуатацию Капшагайского водохранилища, а также с наступлением климатического изменения. Понижение уровня совпало с маловодной фазой гидрологического режима р. Иле. Таким образом, наполнение водохранилища пришлось на конец фазы подъема (1970-1974 гг.) и на начало фазы спада (1975-1987 гг.) текущего внутривекового цикла колебаний уровня оз. Балкаш.

С началом наполнения Капшагайского вдхр. появились опасная экологическая обстановка и непредсказуемый ход событий в Прибалкашье, которые имели более опасные тенденции и вызвали большую тревогу общественности, привели к большой консолидации научных сил КазССР.

Благодаря предпринятым республикой усилиям в 1986 г. был успешно закончен промежуточный этап комплексных исследований [12], которые были одобрены на ряде республиканских совещаний, а затем утверждены на специальном заседании КОС Совета Министров СССР (от 03.07.87., №7), приказом Минводхоза СССР №282 от 04.08.1987 г. В данном документе принято решение о локализации площади орошаемых земель в Иле-Балкашском бассейне за счет использования поверхностных вод; ограничить наполнение Капшагайского вдхр. объемом 14 км³, не доведя его до проектной отметки 28 км³; провести реконструкцию оросительных систем. Отмеченные мероприятия позволили стабилизировать уровень озера Балкаш вблизи векового минимума и подготовиться к очередному многоводному периоду, чтобы обеспечить повышенные попуски воды. Они были проведены в 1988 г., когда приток в Капшагайское водохранилище составил 22,64 км³/год при норме 14,8 км³/год.

Ход уровня оз. Балкаш по наблюдаемым значениям на гидропостах Казгидромета за последние 10 лет с 2010 года претерпевал значительные годовые колебания от 342,08 до 342,7 м. При этом в отличие от предыдущих периодов заметно выше диапазон изменений от года к году, что связано в первую очередь с поступлением стока по р.Иле, который также претерпевает изменения. Основной вклад вносит антропогенный фактор, изменяющий поступающий приток из КНР.

При понижении уровня воды ниже отметки 341 м БС на озере отчленяются многочисленные заливы. Это существенно сказывается на площади зеркала, а соответственно и на величине испарения, а также на перетоке воды из частей озера, который обеспечивает сохранение гидрохимического баланса, обуславливающего устойчивость экосистемы.

Основными притоками воды в озеро Балкаш являются пять рек – Иле, Каратал, Аксу, Лепсы и Аякоз. Река Иле (сток реки Иле – это 80 % стока Балкаша) формируется в КНР [13, 14].

Когда завершились комплексные исследования по Иле-Балкашской проблеме (1988 гг.), удалось оценить долю вреда, которую приносили хозяйственные системы. В частности, удалось выяснить, что общее падение уровня оз. Балкаш составляет 2,34 м (от высоких отметок 343,0 до 340,66 – минимум в 1986 г.). Из них на влияние Капшагайского вдхр. приходится 1,10 м, на падение уровня озера в естественном (климатическом) состоянии – 0,90 м и на развитие орошения – 0,34 м. Остальные участники хозяйственного комплекса – коммунальное и промышленное водоснабжение не оказывали существенного влияния на гидрологический режим озера, хотя их воздействие на гидрохимический режим было существенным и в то время [15].

В Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕП) наряду со многими экспертами отмечается риск обмеления озера Балкаш. Уровень воды в бассейне снижается с 1960 года. Это происходит из-за интенсивного испарения водной поверхности и увеличения водосбора Китаем для освоения северо-запада, а также для орошения сельскохозяйственных культур в двух странах [16].

Следует отметить, что таяние ледников и интенсивное испарение с водной поверхности, вызванные изменением климата, усиливают тенденцию обмеления Иле-Балкашского бассейна. Обмеление Балкаша особенно хорошо заметно в его менее глубокой западной части. С 1972 по 2001 год небольшое солёное озеро Алаколь, располагающееся в 8 км к югу от озера, практически исчезло, а южная часть самого озера по площади зеркала сократилась на 150 км².

Водообмен между отдельными частями озера (западной и восточной). Озеро разделено узким проливом Узынарал на две части: западную площадью более 10 тыс. км², мелководную с глубинами до 11 м, минерализацией воды более 4 г/л и восточную глубоководную часть площадью свыше 7 тыс. км² и глубинами, достигающими 26 м, минерализацией не выше 0,5-1,5 г/л, слабо минерализованную и опресненную за счет притока вод р. Иле.

Балансовым перетоком между двумя частями озера Балкаш занималось не так много ученых, тем не менее получены определенные результаты исследований, проведенных с начала 30-х и конца 80-х годов XX века [7, 12-17].

Из западной части Балкаша в восточную через пролив Узынарал происходит переток воды в больших объемах, при этом отмечается разнонаправленное движение воды, больше объем перетока с западной ее части. Водообмен также влияет на минерализацию западной части озера.

Так Р. Д. Курдин и С. А. Рубинович [10] заключили, что наряду с ежегодным балансовым перетоком существует переток, обусловленный действием ветровых течений. Величина этого перетока в обоих направлениях – примерно 78,2 км³/год. Материалы натурных наблюдений свидетельствуют о том, что это значение, по-видимому, близко к реальному, что подтверждает данные отдельных измерений. Например, по Г. Р. Юнусову, скорость течения в проливе Узынарал колебалась от 1,07-0,85 м/с в начале нагонного ветра до 0,21 м/с в конце нагона. Скорость компенсационного течения, возникшего после затухания ветра, составляла 0,25-0,27 м/с. По данным БГМО, расходы воды в проливе были 3600-5400 м³/с при СВ ветре со скоростью 3-7 м/с и достигали 11 300 м³/с при таком же ветре ЮЗ направления [17].

Р. Д. Курдин и С. А. Рубинович [10] на основании приближенных оценок пришли к заключению, что максимальные расходы воды в проливе при действии ветровых течений могут достигать 28 000 м³/с. А. П. Браславский и С. П. Чистяева [18], основываясь на логических соображениях, полагают, что внутренний водообмен в озере осуществляется не только в результате стоковых и ветровых течений, но и при сейшевых и плотностных течениях.

Основные черты водообмена через пролив Узынарал при действии сейшевых течений установлены по данным исследований на пространственной гидравлической модели озера, которая была создана сотрудниками ГГИ в 1980-е годы [9].

Характерной чертой водообмена является то, что воды Восточного и Западного Балкаша, пройдя пролив Узынарал, не только совершают возвратно-поступательные движения, но и вовлекаются в циркуляции, расположенные как восточнее, так и западнее полуострова Сарыесик. В результате этого преимущественный перенос вод Восточного Балкаша происходит в юго-западном направлении от пролива Узынарал, а перенос вод Западного Балкаша отмечается в юго-восточном направлении от пролива Узынарал, т.е. в соответствии с местоположением циркуляций [10].

Характеристика течений в проливе Узынарал. Здесь наблюдаются обычно суммарные течения, являющиеся результатом совместного действия следующих видов течений: ветровых, сгонно-нагонных, сейшевых, стоковых и плотностных. Скорости плотностных течений, по-видимому, не значительны, поскольку по материалам гидрохимических и термических измерений на границе между Восточным и Западным Балкашом не обнаружилось заметных градиентов минерализации и температуры вод. Незначительна и скорость стоковых течений. Если величину балансового перетока вод с Западного в Восточный Балкаш принять в соответствии с данными литературных источников [18, 19] 1-3 км³/год, то средняя годовая скорость стокового течения в проливе Узынарал должна составить всего лишь 2-6 м/с, что примерно на порядок меньше начальной скорости стандартных измерителей течений. Фактически измеренные в проливе Узынарал скорости течения равны преимущественно 0,1-0,2 м/с и характеризуются периодической сменой направления переноса то к востоку, то к западу, а также синусоидальным изменением скорости во времени. Наши экспедиционные исследования в 2022 г. с 23 сентября по 12 октября также фиксировали средние скорости течения от 0,1-0,4 м/с, максимальные достигали в отдельные часы 12 м/с и даже отмечено единожды 35 м/с. Мы связываем это с возможным влиянием во время измерений на данные прохождения косяков рыбы, заметно увеличивающих скорость потока воды.

Течения в проливе Узынарал характеризуются значительной изменчивостью скоростей и направлений в периоды смены переноса вод. Направление течений на одних и тех же вертикалях могут различаться на 90 и даже 180°. Однако такие условия сохраняются обычно непродолжительное время. Неустойчивые по направлению и скорости течения наблюдаются также при значи-

тельных и сильных штормах, но только при действии слабых сейшевых или компенсационных течений.

По глубине скорости квазиустановившихся течений изменяются незначительно в верхней и центральной частях потока и резко уменьшаются до нуля в придонном слое.

В проливе Узынарал измерениями охвачен очень широкий диапазон изменений расходов воды, фактически от нуля до 7,14 тыс. м³/с. Средний расход воды по 63 сериям измерений составил 2,44 тыс. м³/с. Эти данные вполне удовлетворительно согласуются с результатами измерений, проводившихся экспедицией БРИС ГМС КазССР, и существенно дополняют их.

Полученные материалы свидетельствуют о том, что фактические величины водообмена между смежными частями озера существенно больше тех величин, которые получены путем водно-балансовых расчетов [19-21]. Абсолютные значения суммарного водообмена оказались близкими к величинам (71-213 км³/год через пролив Узынарал в обоих направлениях), полученным на основании учета переноса вод ветровыми течениями.

Экспедиционные наблюдения за перетоком воды на проливе Узынарал. Полевые исследования 2022 года сотрудников Института географии и водной безопасности проводились в районе пролива Узынарал с целью выполнения рекогносцировочных работ. В рамках экспедиции проводились следующие виды работ: разбивка гидроствора, системные наблюдения за гидрометеорологическими условиями над водной поверхностью, промерные работы в створе пролива Узынарал (измерения скоростей течения водного потока, наблюдения за уровнем режимом, количеством протекающей воды в единицу времени и т.д.). Также изучен ветроволновой режим и режим течений озера (рисунок 2). Общее время работ в проливе составило 200 ч.

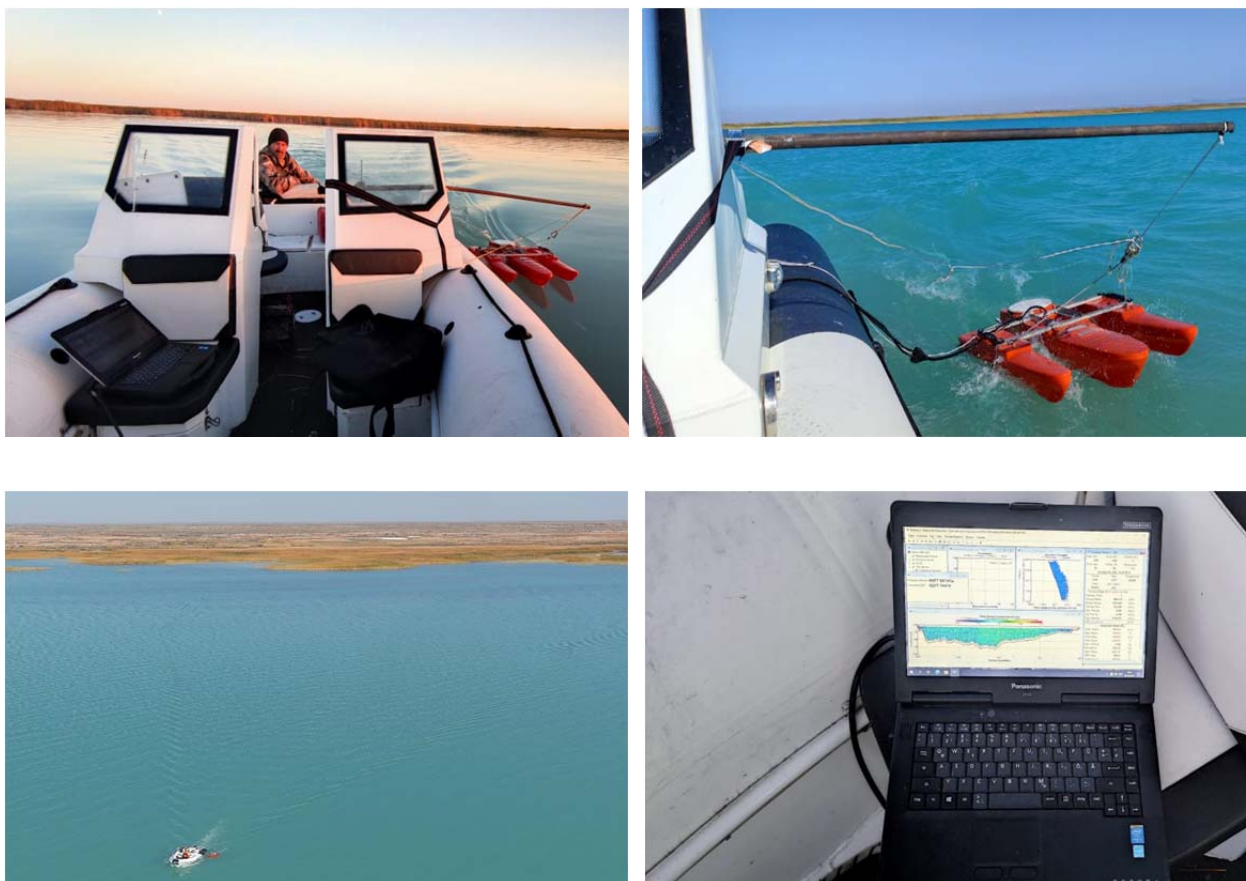


Рисунок 2 – Измерительные работы на озере Балкаш

Наблюдения за перетоком между западной и восточной частью Балкаша проводилось 56 раз. Результаты приведены в таблице и в дальнейшем будут обрабатываться при определении оптимального уровня воды озера Балкаш.

Результаты измерений перетока воды между западной и восточной частью Балкаша

| № п/п | Дата | Время начала, ч:мин | Ширина, м | Площадь, м ² | V, м/с | | V _{ср.} , м/с | V _{макс.} , м/с | h, м | | Q, м ³ /с (+ на В, - на З) |
|-------|------------|---------------------|-----------|-------------------------|--------|--------|------------------------|--------------------------|------|------|---------------------------------------|
| | | | | | воды | потока | | | max | ср. | |
| 1 | 19.09.2022 | 10:57 | 4100 | 18364 | 1,65 | 0,134 | 0,132 | 12,7 | 8,06 | 4,37 | 2420 |
| | | 11:44 | 4034 | 18413 | 2,14 | 0,201 | 0,193 | 31,7 | 8,28 | 4,56 | 3560 |
| | | 12:20 | 4068 | 18740 | 2,14 | 0,248 | 0,226 | 9,91 | 8,35 | 4,61 | 4240 |
| | | 12:53 | 4082 | 18786 | 2,09 | 0,296 | 0,276 | 12,3 | 8,09 | 4,6 | 5180 |
| 2 | 20.09.2022 | 15:56 | 4149 | 19019 | 2,35 | 0,356 | 0,337 | 1,75 | 8,18 | 4,58 | 6410 |
| | | 16:34 | 4019 | 18760 | 2,3 | 0,364 | 0,35 | 1,54 | 8,06 | 4,67 | 6560 |
| 3 | 21.09.2022 | 08:27 | 3995 | 16361 | 1,763 | 0,222 | 0,215 | 2,8 | 7,86 | 4,31 | -3520 |
| | | 09:05 | 3923 | 17518 | 1,949 | 0,211 | 0,202 | 1,92 | 8,18 | 4,47 | -3550 |
| 4 | 22.09.2022 | 14:54 | 4103 | 18988 | 2,48 | 0,29 | 0,273 | 2,87 | 8,27 | 4,63 | 5180 |
| 5 | 23.09.2022 | 07:03 | 3985 | 16983 | 1,988 | 0,288 | 0,275 | 2,15 | 8,2 | 4,37 | -4670 |
| | | 07:38 | 4000 | 17837 | 2,023 | 0,28 | 0,257 | 4,29 | 8,08 | 4,46 | -4580 |
| 6 | 24.09.2022 | 13:59 | 4187 | 19425 | 2,564 | 0,259 | 0,243 | 4,35 | 7,74 | 4,64 | 4720 |
| | | 14:28 | 4048 | 19318 | 2,558 | 0,281 | 0,263 | 11,2 | 8,1 | 4,77 | 5080 |
| 7 | 25.09.2022 | 08:50 | 3924 | 16725 | 1,976 | 0,187 | 0,173 | 2,4 | 8,12 | 4,49 | -2890 |
| | | 09:20 | 3912 | 17747 | 1,785 | 0,169 | 0,16 | 1,9 | 8,15 | 4,54 | -2840 |
| | | 10:04 | 3911 | 17507 | 1,725 | 0,151 | 0,136 | 1,86 | 8,26 | 4,48 | -2380 |
| | | 10:45 | 4037 | 18290 | 2,329 | 0,126 | 0,115 | 2,98 | 8,19 | 4,53 | -2100 |
| | | 11:15 | 4020 | 18339 | 2,368 | 0,093 | 0,082 | 4,53 | 8,08 | 4,56 | -1500 |
| | | 11:44 | 4009 | 18286 | 2,557 | 0,073 | 0,063 | 2,3 | 8,18 | 4,56 | -1150 |
| | | 12:23 | 4125 | 18477 | 2,481 | 0,028 | 0,014 | 13,7 | 8,06 | 4,48 | -264 |
| | | 13:01 | 3965 | 18509 | 2,729 | 0,014 | 0,013 | 0,941 | 8,16 | 4,67 | 232 |
| | | 13:29 | 4072 | 18977 | 3,084 | 0,039 | 0,038 | 1,84 | 8,17 | 4,66 | 718 |
| 8 | 26.09.2022 | 13:51 | 3971 | 18608 | 3,186 | 0,06 | 0,059 | 1,19 | 8,21 | 4,69 | 1100 |
| | | 13:26 | 4034 | 18893 | 2,494 | 0,031 | 0,026 | 0,924 | 8,26 | 4,68 | -494 |
| 9 | 27.09.2022 | 14:12 | 3966 | 18759 | 2,525 | 0,015 | 0,005 | 1,01 | 8,26 | 4,73 | 95,7 |
| | | 07:52 | 4046 | 17911 | 2,444 | 0,093 | 0,086 | 0,954 | 8,08 | 4,43 | -1540 |
| 10 | 28.09.2022 | 08:20 | 3970 | 18252 | 2,452 | 0,094 | 0,085 | 0,82 | 8,15 | 4,6 | -1550 |
| | | 08:48 | 4011 | 18237 | 2,381 | 0,073 | 0,064 | 0,921 | 8,08 | 4,55 | -1170 |
| 11 | 29.09.2022 | 15:31 | 4144 | 18925 | 2,301 | 0,305 | 0,279 | 1,15 | 8,2 | 4,57 | 5280 |
| | | 16:00 | 3927 | 18537 | 2,364 | 0,302 | 0,287 | 1,12 | 8,19 | 4,73 | 5340 |
| 12 | 30.09.2022 | 07:52 | 4172 | 18677 | 2,349 | 0,162 | 0,143 | 0,839 | 8,07 | 4,48 | 2680 |
| | | 08:42 | 4120 | 18715 | 2,198 | 0,142 | 0,143 | 1,64 | 8,24 | 4,54 | 2680 |
| 13 | 01.10.2022 | 08:36 | 3824 | 17336 | 1,795 | 0,162 | 0,148 | 1,194 | 8,19 | 4,53 | 2560 |
| 14 | 02.10.2022 | 08:11 | 3947 | 18506 | 2,206 | 0,085 | 0,079 | 1,88 | 8,24 | 4,69 | 1450 |
| | | 12:59 | 3966 | 17549 | 2,016 | 0,306 | 0,28 | 1,69 | 8,22 | 4,54 | -4910 |
| 15 | 03.10.2022 | 12:43 | 3989 | 16979 | 1,597 | 0,404 | 0,391 | 1,53 | 8,12 | 4,26 | -6640 |
| | | 13:24 | 3977 | 17711 | 1,47 | 0,348 | 0,342 | 1,35 | 8,15 | 4,57 | -6060 |
| 16 | 04.10.2022 | 08:09 | 3948 | 16652 | 1,689 | 0,078 | 0,082 | 1,54 | 8,12 | 4,33 | -1370 |
| 17 | 05.10.2022 | 09:11 | 3968 | 17559 | 1,86 | 0,063 | 0,061 | 1,09 | 7,97 | 4,43 | -1070 |
| 18 | 06.10.2022 | 08:29 | 4019 | 16556 | 1,614 | 0,298 | 0,296 | 1,77 | 7,79 | 4,12 | -4900 |
| | | 09:40 | 3951 | 17000 | 1,559 | 0,185 | 0,167 | 1,79 | 7,83 | 4,41 | -2840 |
| | | 15:34 | 4044 | 18613 | 2,306 | 0,416 | 0,395 | 1,17 | 8,14 | 4,6 | 7360 |
| | | 16:05 | 3938 | 18160 | 2,533 | 0,418 | 0,395 | 1,13 | 8,21 | 4,61 | 7180 |
| 19 | 07.10.2022 | 10:35 | 4202 | 18583 | 1,732 | 0,257 | 0,227 | 1,38 | 7,91 | 4,42 | 4220 |
| | | 12:32 | 4016 | 18375 | 1,724 | 0,34 | 0,318 | 1,05 | 7,97 | 4,58 | 5840 |
| 20 | 08.10.2022 | 09:16 | 4046 | 18004 | 2,414 | 0,216 | 0,206 | 1,44 | 8,05 | 4,45 | 3170 |
| | | 09:44 | 3978 | 18074 | 2,801 | 0,214 | 0,185 | 3,32 | 8,06 | 4,54 | 3350 |
| 21 | 09.10.2022 | 10:08 | 3926 | 17689 | 2,787 | 0,233 | 0,226 | 2,88 | 7,93 | 4,51 | 3990 |
| | | 10:33 | 3913 | 17815 | 2,773 | 0,231 | 0,208 | 2,68 | 8,07 | 4,55 | 3700 |
| 22 | 10.10.2022 | 06:30 | 3991 | 18126 | 2,483 | 0,261 | 0,248 | 1,57 | 8,17 | 4,54 | 4500 |
| | | 06:57 | 3954 | 18068 | 2,576 | 0,257 | 0,235 | 2,98 | 8,02 | 4,57 | 4250 |
| 23 | 11.10.2022 | 07:23 | 3906 | 17933 | 2,747 | 0,255 | 0,248 | 2,43 | 8 | 4,59 | 4450 |
| | | 07:49 | 3915 | 18078 | 2,473 | 0,249 | 0,229 | 2,78 | 7,93 | 4,62 | 4130 |
| 24 | 12.10.2022 | 08:38 | 3916 | 17789 | 2,323 | 0,237 | 0,229 | 1,57 | 8,13 | 4,54 | 4070 |
| | | 09:07 | 3895 | 18059 | 2,35 | 0,238 | 0,223 | 2,11 | 8,1 | 4,64 | 4020 |

При проведении измерительных работ в фиксированном гидростворе определялись следующие элементы: по линии гидроствора от постоянного начала по всей ширине находились глубины на всех промерных вертикалях, необходимые для установления площади живого сечения. Измерялись скорости течения на скоростных вертикалях, на основе которых вычислялись средние скорости в отсеках между ними.

По данным таблицы, переток в обоих направлениях составляет от 95,7-7360 до – 6640 м³/с на практически равной глубине от 7,74 до 8,35 м.

В разное время суток максимальные скорости воды достигали 0,81-13,7 м/с, наблюдался также единичный случай за 56 измерений –31,7 м/с, возможно, связанный с посторонними факторами. Также средние скорости потока воды составляли от 0,05 до 0,395 м/с. В обеденное время и после обеда скорости увеличиваются и начинают изменять направление потока на противоположный. Неоднократно фиксировалось резко неравномерное распределение скоростей по ширине пролива, например повышенные или близкие к нулевым скорости в прибрежной зоне или центральной части створа.

Выводы. Исследования в проливе Узынарал необходимо проводить в различные сезоны года, чтобы проследить динамические изменения расходов воды, скоростей, а также направлений течений. Кроме того, необходимо установить самописцы уровня воды на берегу в проливе, чтобы постоянно фиксировать изменения уровня. Это позволит выявить динамику хода и влияния его на течения. Все характеристики течений, к сожалению, невозможно определить из-за отсутствия соответствующей аппаратуры и приборов. Так, рекомендуется использование профессиональных эхолотов для уточнения и сравнения глубин с данными профилографа, используемым нами в измерениях. Он иногда давал сбой в работе ввиду волнений и течений в проливе Узынарал. Исследования акватории озера Балкаш необходимо продолжать, так как они имеют большое научно-практическое значение для окружающей среды и экономического развития густонаселенного региона.

Выражаем благодарность сотрудникам Института географии и водной безопасности, участвовавшим в экспедиционных исследованиях осенью 2022 года на озере Балкаш. Работа выполнена по теме: «Определение оптимального уровня воды озера Балкаш» (договор №84 от 17.08.2022) в рамках программы 254: «Эффективное управление водными ресурсами» подпрограммы 105 «Организация сотрудничества с сопредельными государствами по вопросам регулирования водных отношений, рационального использования и охраны трансграничных вод».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. URL: http://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2018/03/NDSOS_2011–2014.pdf
- [2] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1967, 1970. – Т. 13, вып. 2. – 645 с.
- [3] Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. – Л.: Гидрометеиздат, 1967, 1980, 2000 – Т. 13, вып. 2.
- [4] Курдин Р.Д. О роли дельты р. Или и климатических факторов в колебаниях уровня оз. Балкаш // Водные ресурсы. – 1977. – № 1. – С. 143-150.
- [5] Шнитников А.В. Элементы водного и солевого баланса оз. Балкаш // Труды соляной лаборатории Всесоюзного ин-та галургии. – М., 1936. – Вып. 11. – С. 5-82.
- [6] Достай Ж.Д., Турсунов Э.А., Курбаниязов А.К., Нургалиева Г.Ж. Морфометрические характеристики оз. Балкаш по результатам батиметрической съемки в 2011-2013 гг. // Bulletin of National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2017. – Vol. 1, N 365. P. 179-182.
- [7] Myrzakhetov A., Dostay Z., Alimkulov S., Tursunova A., Sarsenova I. Level regime of Balkhash Lake as the indicator of the state of the environmental ecosystems of the region // Paddy Water Environ. – 2022. – Vol. 20. – P. 315-323. <https://doi.org/10.1007/s10333-022-00890-x>
- [8] Исследование элементов водно-солевого и водохозяйственного балансов, гидрологическое обоснование мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов Или-Балхашского бассейна. Ч. 3. – Ленинград, 1982.
- [9] Гидрологический ежегодник. – Алматы: РГП «Казгидромет», 1994-2010. – Т. 5, вып. 5. – 8 с.
- [10] Курдин Р.Д., Рубинович С.А. Внутриводоемный водо- и солеобмен и его роль в распределении минерализации воды по длине оз. Балкаш // Труды КазНИГМИ, 1975. – Вып. 52. – С. 40-63.
- [11] Исследовать элементы водно-солевого и водохозяйственного балансов, дать гидрологическое обоснование мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов Или-Балхашского бассейна: отчет о НИР. – 1985. – Ч. 2. – 134 с.

- [12] Гидрологические и водохозяйственные аспекты Или-Балкашской проблемы / Под ред. А. А. Соколова. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 310 с.
- [13] Самакова А.Б. Проблемы гидроэкологической устойчивости в бассейне озера Балхаш. – Алматы: Каганат, 2003. – 584 с.
- [14] Кудеков Т.К. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш. – Алматы: Каганат, 2002. – 387 с.
- [15] Турсунов А.А., Мальковский И.М., Абдрасилов С.А. Проблемы рационального использования водных ресурсов оз. Балхаш // Тезисы научно-практической конференции, посвященной 50-летию КазГУ. – Алма-Ата, 1985. – С. 42-44.
- [16] Efforts under way to save Lake Balkhash. – URL: <https://www.thenewhumanitarian.org/fr/node/236628>.
- [17] Многолетние колебания и изменения водного баланса и уровня оз. Балхаш и возможные модели их оценки и прогноза на перспективу: Дополнение к промежуточному отчету ГГИ по теме 3.23.03. Задание 10.02. проблемы 0.85.01. плана ГКНТ. – Л., 1984. – 58 с.
- [18] Браславский А.П., Чистяева С.П. Определение исправленных атмосферных осадков по методике ГГО // Труды КазНИГМИ. – 1979. – Вып. 65. – С. 3-94.
- [19] Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалкашья. – СПб.: Гидрометеоздат, 1995. – 269 с.
- [20] Многолетние колебания и изменения водного баланса и уровня оз. Балхаш и возможные модели их оценки и прогноза на перспективу: дополнение к промежуточному отчету ГГИ по теме III. 23.03. Задание 10.02. Проблемы 0.85.01. плана ГКНТ. – Л.: 1984. – 58 с.
- [21] Многолетние колебания и изменения водного баланса и уровня оз. Балхаш, возможные модели их оценки и прогноза на перспективу: Дополнение к промежуточному отчету о НИР «Дать оценку современной и прогнозной динамики гидрологического режима озера Балхаш, Каспийского и Аральского морей: (Сводный отчет за 2009–2011 гг.)». – Алматы, 2011. – 250 с.

REFERENCES

- [1] National report on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. – URL: http://ecogofond.kz/wp-content/uploads/2018/03/ NDSOS_2011-2014.pdf (accessed 16.02.2022) (in Russ.).
- [2] Surface water resources of the USSR. L.: Hydrometeoizdat, 1967, 1970. Vol. 13, issue 2. – 645 p. (in Russ.).
- [3] Surface water resources of the USSR. Basic hydrological characteristics. L.: Hydrometeoizdat, 1967, 1980, 2000. Vol. 13, issue 2 (in Russ.).
- [4] Kurdin R.D. On the role of the delta of the Ili River and climatic factors in the fluctuations of the lake level. Balkash // Water resources. 1977. N 1. P. 143-150 (in Russ.).
- [5] Shnitnikov A.V. Elements of the water and salt balance of the lake. Balkash // Proceedings of the salt laboratory of the All-Union Institute of Galurgy. M., 1936. Issue 11. P. 5-82 (in Russ.).
- [6] Dostay Zh.D., Tursunov E.A., Kurbaniyazov A.K., Nurgalieva G.Zh. Morphometric characteristics of the lake. Balkash according to the results of bathymetric survey in 2011-2013 // Bulletin of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. 2017. Vol. 1, N 365. P. 179-182 (in Russ.).
- [7] Myrzakhmetov A., Dostay Z., Alimkulov S., Tursunova A., Sarsenova I. Level regime of Balkhash Lake as the indicator of the state of the environmental ecosystems of the region // Paddy Water Environ. 2022. Vol. 20. P. 315-323. <https://doi.org/10.1007/s10333-022-00890-x>
- [8] Study of elements of water-salt and water management balances, hydrological justification of measures for the rational use and protection of water resources of the Ili-Balkhash basin. Part 3. Leningrad, 1982 (in Russ.).
- [9] Hydrological Yearbook. Almaty: RSE «Kazhydromet», 1994-2010. Vol. 5, issue 5. 8 p. (in Russ.).
- [10] Kurdin R.D., Rubinovich S.A. Intra-reservoir water and salt exchange and its role in the distribution of water mineralization along the length of the lake. Balkash // Proceedings of KazNIGMI. 1975. Issue 52. P. 40-63 (in Russ.).
- [11] To investigate the elements of water-salt and water management balances, to give a hydrological justification of measures for the rational use and protection of water resources of the Ili-Balkhash basin: research report. 1985. Part 2. 134 p. (in Russ.).
- [12] Hydrological and water management aspects of the Ili-Balkhash problem / Edited by A. A. Sokolov. L.: Hydrometeoizdat, 1989. 310 p. (in Russ.).
- [13] Samakova A.B. Problems of hydroecological stability in the basin of Lake Balkhash. Almaty: Kaganate, 2003. 584 p. (in Russ.).
- [14] Kudekov T.K. The current ecological state of the Lake Balkhash basin. Almaty: Kaganate, 2002. 387 p. (in Russ.).
- [15] Tursunov A.A., Malkovsky I.M., Abdrasilov S.A. Problems of rational use of lake water resources. Balkash // Abstracts of scientific and practical conferences dedicated to the 50th anniversary of KazGU. Alma-Ata, 1985. P. 42-44 (in Russ.).
- [16] Efforts under way to save Lake Balkhash. – URL: <https://www.thenewhumanitarian.org/fr/node/236628> (accessed 16.02.2022).
- [17] Long-term fluctuations and changes in the water balance and lake level. Balkash and possible models of their assessment and forecast for the future: Supplement to the GGI interim report on the topic 3.23.03. Task 10.02. problems 0.85.01. of the GKNT plan). L., 1984. 58 p. (in Russ.).
- [18] Braslavsky A.P., Chistyayeva S.P. Determination of corrected atmospheric precipitation by the GGO method // The works of KazNIGMI. 1979. Issue 65. P. 3-94 (in Russ.).
- [19] Actual problems of hydrometeorology of Lake Balkhash and the Baltic region. St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 1995. 269 p. (in Russ.).

[20] Long-term fluctuations and changes in the water balance and lake level. Balkash and possible models of their estimation of the forecast for the future: Supplement to the GGI interim report on topic III.23.03. Task 10.02. Problems 0.85.01. GKNT plan. L., 1984. 58 p. (in Russ.).

[21] Long-term fluctuations and changes in the water balance and lake level. Balkash and possible models of their assessment and forecast for the future. Supplement to the interim Research Report «To assess the current and forecast dynamics of the hydrological regime of Lake Balkash, the Caspian and the Aral Seas (Summary report for 2009-2011)». Almaty, 2011. 250 p. (in Russ.).

С. К. Алимкулов¹, А. Б. Мырзахметов², А. А. Турсунова³, А. З. Таиров⁴, К. М. Болатов⁵

¹ Г. ф. к., басқарма төрағасының орынбасары

(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

² Су ресурстары зертханасының аға ғылыми қызметкері

(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

³ Г. ф. к., су ресурстары зертханасының жетекшісі

(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

⁴ Су ресурстары зертханасының аға ғылыми қызметкері

(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

⁵ Ғылыми қызметкер («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ҰЗЫНАРАЛ БҰҒЫЗЫНДАҒЫ СУ АҒЫМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация. Балқаш көлінің экологиялық экожүйесі бірегей табиғи кешен болып табылады, мұнда Тәңіртау мұздықтарынан бастап Балқаш өңірінің ыстық шөлдеріне дейінгі салыстырмалы түрде шағын аумақта 5 климаттық белдеу орналасқан. Су деңгейінің және онымен байланысты көлдегі судың ауданы мен су көлемінің динамикалық өзгеруі мәселелері қарастырылған. Балқаш көлі деңгейі бассейнің бүкіл экожүйесі жағдайының негізгі көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Ағындыны реттеуге дейін көл деңгейі циклді түрде өзгерген, негізінен 341 және 342 м БЖ белгілері арасында, соңғы кездері келіп құятын өзен ағынының жоғары су кезеңіне байланысты көл деңгейі осы белгілер арасында ауытқыған. Көлдің бірегейлігі оның тар бұғаз арқылы су құрамы әртүрлі екі бөлікке бөлінгенінде жатыр - батыс бөлігінде ол тұщы дерлік, ал шығыс бөлігінде тұзды. Ұзынарал бұғазында далалық зерттеулер 2022 жылдың күзінде жүргізілді, олардың нәтижелері берілген.

Түйін сөздер: су деңгейі, Ұзынарал бұғазы, экспедициялық зерттеулер, су алмасу, өлшеу жұмыстары.

S. K. Alimkulov¹, A. B. Myrzakhmetov², A. A. Tursunova³, A. Z. Tairov⁴, K. M. Bolatov⁵

¹ Candidate of geographical sciences, Deputy chairman of the management board
(JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

² Senior scientific researcher (JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

³ Candidate of geographical sciences, Head of water resources laboratory
(JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

⁴ Candidate of geographical sciences, senior scientific researcher
(JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

⁵ Scientific researcher (JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

CHARACTERISTICS OF THE WATER FLOW IN THE UZYNARAL STRAIT OF LAKE BALKASH

Abstract. The ecological ecosystem of Lake Balkash is a unique natural complex, where 5 climatic zones are located on a relatively small territory, starting from the glaciers of Tanirtau and ending with the hot deserts of the Balkash region. This study examines the issues of dynamic changes in the water level and the associated area and volume of water in the lake. The level of Lake Balkash is one of the main indicators of the state of the entire ecosystem of the basin. Prior to the regulation of the flow, the lake level cyclically changed, mainly between the marks 341 and 342 m BS, recently due to the period of high water content of the incoming river flow, the lake level is between these marks. The uniqueness of the lake is that it is divided by a narrow strait into two parts with different water compositions – in the western part it is almost fresh, and in the eastern part it is brackish. Field studies were conducted in the Uzynaral Strait in the autumn of 2022, the article presents the results of this expedition.

Keywords: water level, Uzynaral Strait, expedition research, water exchange, measuring work.

Табиғатты ұтымды пайдалану

Рациональное природопользование

Rational use of natural resources

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-4-36-43.22>

UDC 332.631.1:64.1

B. A. Krasnoyarova¹, G. B. Aldazhanova², A. S. Beissenova³

¹ Doctor of geographical sciences (Institute for water and environmental problems, Siberian branch of the Russian academy of sciences, Barnaul, Russian Federation)

² PhD student (Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan)

³ Doctor of geographical sciences, Academician of NAS RK (Abai Kazakh national pedagogical university, department of geography, ecology and tourism, Almaty, Kazakhstan)

AGRICULTURAL LAND MANAGEMENT STRATEGY OF ZHAMBYL REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. The most important task of sustainable development of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan is the restoration and preservation of the productivity of 9236.1 thousand hectares of agricultural land, which are exposed to degradation to various extent. 3139,9 thousand hectares of agricultural land are exposed to very strong degradation in the region, represented by sources of irrigated arable land with secondary salinization of soil, presence of water and wind erosion, and grazed-up pastures. The related social and economic strain in the region entails further decline in the living standard of the rural population and a decline in the level of agricultural production. The introduction of private land ownership and the emergence of new forms of husbandry in Kazakhstan resulted in a significant change in the spatial structure and functional development of agricultural land in the region under study. The use of land in Zhambyl region for agricultural development is based mainly on financial, economic and organizational mechanisms, while the problem of environmental effects of their transformation remains in abeyance, which resulted in the formation of an extensive, unprofitable agricultural production exposed to negative anthropogenic and environmental factors, resulting in the need to create agricultural land management strategy.

The agricultural land management strategy of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan was developed on the basis of natural and agricultural, socio-economic, regulatory and nature protection indicators that reflect the priority activities to achieve sustainable use of agricultural land. At all stages of the development of the strategy, methodological developments and regulatory criteria adapted to the conditions of agricultural nature management were applied. The developed agricultural land management strategy is focused on the predominance of environmental priorities in land use, as a result of which agricultural land use will become cost-effective, environmentally friendly, and mutually beneficial.

Keywords: management structure, agricultural land, natural resource potential, agricultural nature management.

Introduction. In the system of tasks for the sustainable development of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan, the most important task is the restoration and preservation of the productivity agricultural land, which are exposed to degradation to various extents. It is worth noting that the state of 9236.1 thousand hectares of agricultural land in the region is constantly deteriorating: soil fertility is declining, water scarcity is increasing, and the processes of water and wind erosion are intensifying. More than 87% of agricultural land is exposed to degradation to various extents. 3139,9 thousand hectares of agricultural land are exposed to very strong degradation in the region, represented by sources of irrigated arable land with secondary salinization of soil, presence of water and wind erosion, and grazed-up pastures [1]. The annual loss of income of agricultural producers in the region due to water scarcity and land degradation is estimated at about \$1.2 million. The related social and economic strain entails further decline in the living standard of the population and a decline in the level of agricultural production in the

region. The solution of these problems is impossible without the development and implementation of the agricultural land management strategy, which is a model that brings together the whole range of regional problems, regulatory and applied aspects of their solution [2], taking into account the current and long-term aspects of the development of the region, including the growth of the living standard of the rural population, rational and cost-effective development of land and water resources, their protection and reclamation.

Study materials and methods. At all stages of the development of the agricultural land management strategy of Zhambyl region, methodological developments and regulatory criteria adapted to the conditions of agricultural nature management were applied. The following methods were used: normative-balance and analytical, program-target, methods of economic and mathematical modeling, expert assessments, information support, etc. [3-7] (figure 1).

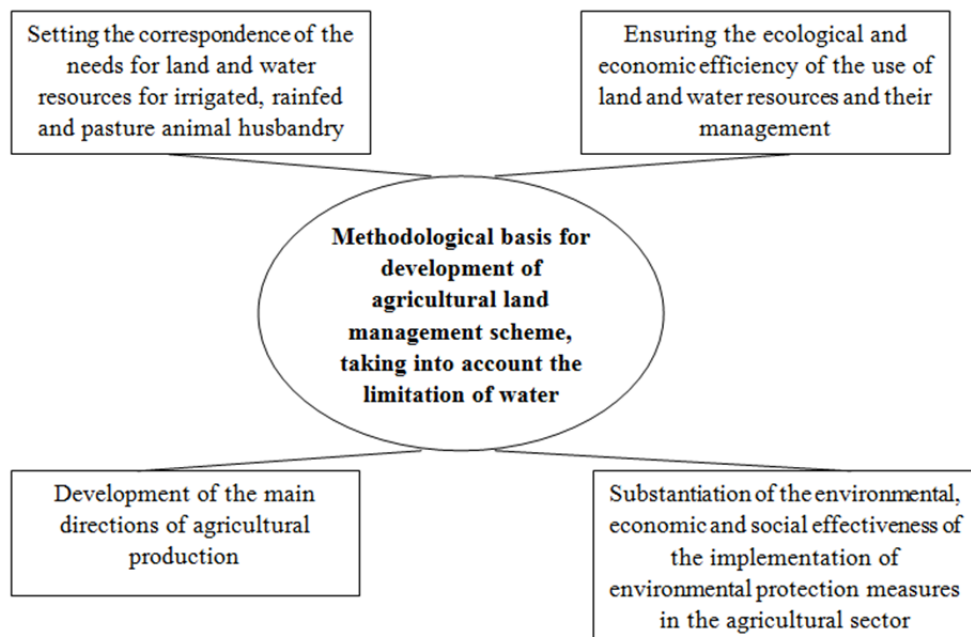


Figure 1 – Methodological basis for development of agricultural land management strategy

Study results. Agricultural land management strategy has been developed for Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan, which is based on natural-agricultural, socio-economic, regulatory and nature protection indicators (figure 2).

Natural and agricultural indicators include:

- incorporation of the requirements and technological parameters for sustainable agricultural and water management of nature in the context of preservation of landscape and ecological diversity;
- assessment of the specifics of pollution and anthropogenic disturbance of agricultural land, water and waterworks.

One of the purposes of the science-based management strategy is to determine the key functions of the agricultural land development and the permissible load on natural systems for certain types of agricultural impact. All of the aforesaid dictates the need for a set of scientific and inventory studies with modern and retrospective assessment of agricultural land, assessment of natural resource potential, ecological state of land and the implementation of functional zoning of agricultural land by type of development.

The natural resource potential of agricultural land of Zhambyl region should be assessed according to parameters such as agro-climatic indicators, relief features, availability of water resources and water management infrastructure, soil type, their mechanical composition, fertility and salinity, the intensity of land development and the degree of degradation, it is also necessary to use reference documents concerning land quality. It is necessary to use the data of cadastral collections, statistical data, as well as results of field surveys and archive materials as information sources.

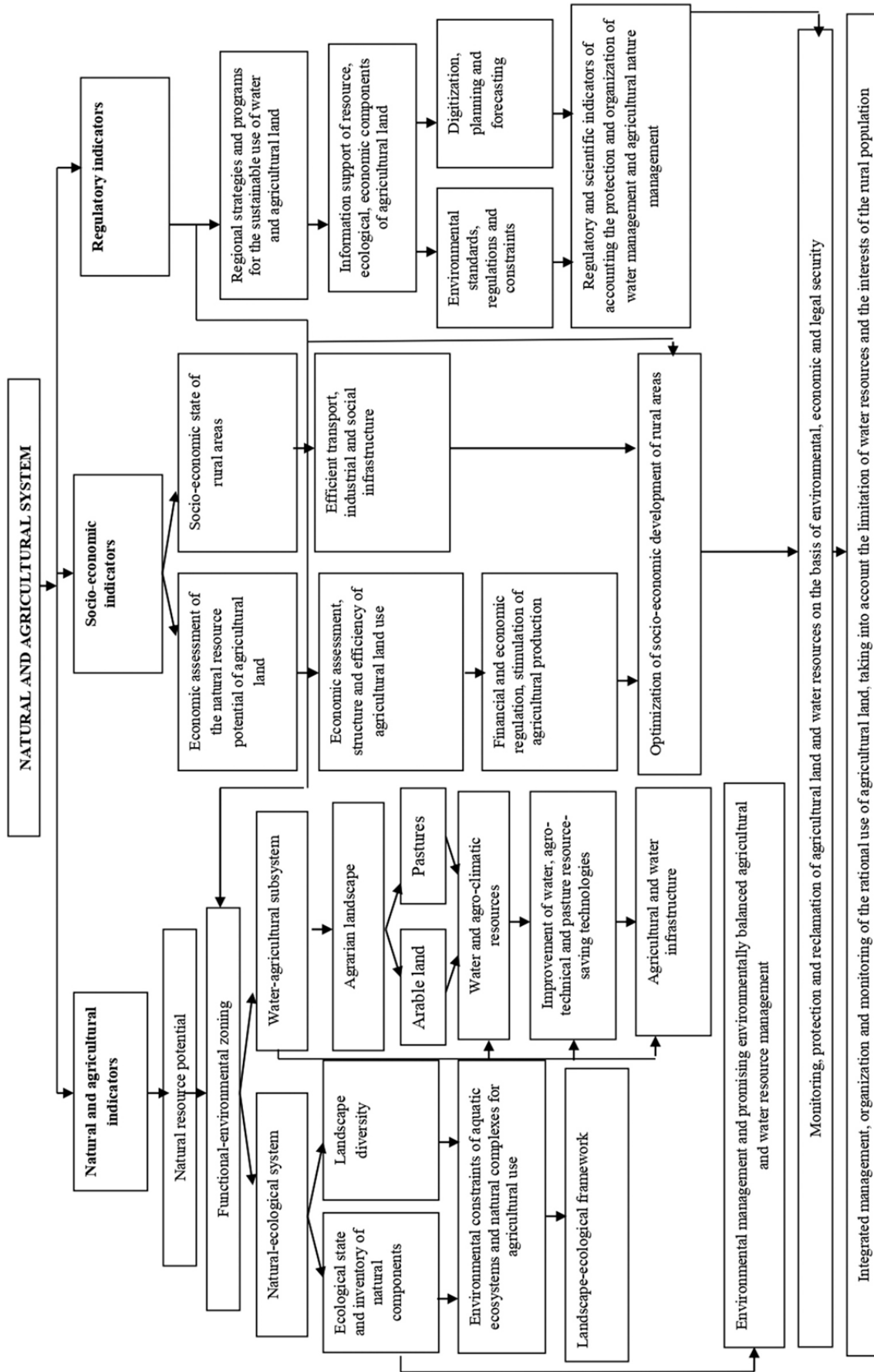


Figure 2 – Agricultural land management strategy of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan

Assessment of the ecological state of agricultural land is necessary to determine the environment-forming conditions and identify the ability of agricultural land to self-restoration [8–10], as well as for ecological certification of agricultural land.

The most informative are agricultural load, environmental problems, severity of these problems, qualitative and quantitative characteristics of water resources, hazardous natural and anthropogenic processes, and areas of their manifestation.

Functional zoning of agricultural land by types of development based on the inventory assessment involves [9-11]: taking into account the general properties of land and resistance to certain types of impact; identifying the land transformation under the influence of agricultural activities, features of their water supply and allows:

- to implement promising areas of their development;
- to identify conflict zones and areas of concentration of the greatest anthropogenic load on agricultural land;
- identify environment-forming and protected zones forming unpolluted living environment for the rural population.

One of the conditions for the development of effective agricultural land management strategy is the private arrangement of the key types of agricultural nature management, in this case - irrigated agriculture and pasture animal husbandry, taking into account the features of water consumption. Organization charts should be based on two interrelated subsystems: natural and agricultural, which makes it possible to reasonably link the spatial organization of agricultural activities with the features of natural complexes.

For areas of irrigated and rain-fed agriculture of Zhambyl region, the natural subsystem ensures the involvement of agro-climatic, soil and water resources in agricultural nature management, determines the territorial location of agricultural infrastructure elements and the choice of agricultural technologies. The agricultural subsystem includes agricultural infrastructure and agricultural technologies that provide economic and production functions for the successful irrigated and rain-fed agriculture [12].

Socio-economic indicators are mandatory when developing a science-based management strategy for agricultural land of Zhambyl region, since they reflect its scientific and applied purpose, and should include [2, 13-15]:

- a comprehensive analysis of the socio-economic state of rural areas and a set of problems in the agricultural sector based on the systematic approach and the development of a regional database by economic components of agricultural nature management;
- socio-economic assessment of the natural resource potential of agricultural land and economic assessment of the impact of agriculture on the natural environment (the ratio of benefit and damage from certain types of agricultural activities);
- the use of economic instruments for the rational development of agricultural land (registers of land resources, licensing, restriction of land resources, availability at a fee, financial and logistical support of agricultural nature management, etc.) in the context of improving the economic living conditions of the population.

The use of the above indicators for assessing the socio-economic development of rural areas in Zhambyl region will allow to identify the primary areas and degree of impact of economic activity, identify problems, develop a strategy for the effective development of agricultural land and increase the competitiveness of the region. Socio-economic methods should be based on the system of financial and economic incentives for the safe agricultural production.

The regulatory indicators in the agricultural land management strategy should be a synthesis and analysis of regulatory and organizational documents not only in the field of agriculture, but also include water management, nature protection and other areas associated with agricultural production, in particular [16, 8,13,5,15,17-20]:

- regulatory aspects of scientific and information security and accessibility in all aspects of agricultural, water management, nature protection activities and the general state of the environment;
- legal support of claims for restriction, suspension or prohibition of agricultural activities implemented in violation of the environmental protection legislation and compensation for environmental damage;
- state and regional strategies and programs for sustainable agricultural nature management, including environmental, economic, organizational aspects of management and social guarantees to the population

based on the creation of new forms of management and ranking of the territory according to the intensity and efficiency of agricultural production;

- selection of the key regulatory and scientific aspects of the organization, management and monitoring of agricultural nature management, taking into account the strategic plans for the development of Zhambyl region, which should form the basis for the developed agricultural land management strategy.

These documents should reflect the provisions for the careful use and reproduction of natural resources for agricultural development, ensuring the ecological and economic balance in the natural and agricultural system, as well as reflect the adoption and implementation of decisions aimed at prevention and mitigation of anthropogenic disturbances caused by agricultural production.

When developing a legal block, much attention should be given to standardization, digitalization and monitoring of agricultural nature management. In particular, the following should be developed or adapted to the agricultural use of the land in Zhambyl region:

- environmental standards, regulations and restrictions of the agricultural use of natural complexes;
- scientific and methodological tools for assessing, forecasting, planning the agricultural development of land and water resources;

- science-based maximum permissible standards for the development of land and water resources for agricultural purposes;

- government supervision and monitoring the state of land and water resources through the system of cadastral registration, the introduction of regulatory, administrative restrictions, prohibitions and penalties in case of unregulated utilization.

Particular importance should be given to the creation of a universal and publicly available scientific information database of the natural, ecological and economic components of the natural-agricultural system.

Consideration of nature protection indicators when developing the agricultural land management strategy is a mandatory condition due to the fact that the natural and agricultural systems of Zhambyl region are exposed to significant transformation, and the task of preserving and restoring the natural resource potential of agricultural land is the crucial. This provision involves significant scientific, organizational and legislative work, in the course of which the tasks [5-8, 19, 21] should be addressed:

- identification of nature protection problems in the water sector and agricultural nature management, which hinder the restoration of lost biodiversity in the region;

- assessment of the aesthetic potential, natural and ecological diversity of the region;

- development of regulatory documents for the organization and expansion of SPNR of regional and republican significance, and the creation of a network of protected areas as the basis of ecological framework for preserving the natural gene pool of the region;

- organization of the monitoring for natural and agricultural systems of all types of agricultural development (arable land, hayfields, pastures, water bodies, etc.);

- development of a set of measures and resource-saving technologies for agricultural nature management, whereby the rates and volumes of withdrawal of land and water resources do not exceed the rates of their restoration.

When developing the agricultural land management strategy, much attention should be given to natural objects that are a component of the ecological infrastructure or a natural framework, perform an attractive and nature protection function as a living environment of the rural population. Such natural objects include forest areas, river valleys, mountain valleys, lakes, soil and water protection plantations, dams, etc.

The developed science-based agricultural land management strategy of Zhambyl region includes such an option for the organization of agricultural nature management, when there is a high cost-effectiveness of agricultural activity with a stable ecological state of natural and agricultural systems and includes blocks of effective indicators, which accounting will provide a real opportunity for environmentally balanced land development.

Conclusion. The developed agricultural land management strategy of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan is based on natural, agricultural, socio-economic, regulatory and nature protection indicators, which are the most important link in the formation of the regional policy of the region and focused on the environmental stability of agricultural land in the conditions of intensive development.

The complex nature and long-term focus of this strategy allow to maintain the ecological balance and natural diversity, rational balance between consumption and restoration of the land fund, identify the existing reserves of the natural resource potential of agricultural land, and improve promising areas for the development and management of agricultural land in the context of improving the welfare of the rural population.

The developed science-based agricultural land management strategy of Zhambyl region is primarily focused on the predominance of environmental priorities in land use, as a result of which agricultural land use will become cost-effective, environmentally-friendly, and mutually beneficial; regulation and rational use of land resources for agricultural purposes; strengthening nature protection activities in rural areas; improving the living standard of the rural population.

REFERENCES

- [1] Summary of the analytical report on the state and use of lands of the Republic of Kazakhstan for 2019. Nur-Sultan, 2020. 53 p. (in Russ.).
- [2] Vinokurov Yu.I., Krasnoyarova B.A. Regional programs of sustainable environmental management in the context of cross-border cooperation // Problems of sustainable development of transboundary territories: mater. inter. conf. Vladivostok: TIG FEB RAS, 2006. P. 13-17 (in Rus).
- [3] Geoecological principles of designing natural-technogenic geosystems / Ed. T. D. Alexandrova. M.: ANSSR, 1987. 322 p. (in Russ.).
- [4] Drozdov A.V. Landscape planning with elements of engineering biology. M., 2006. 340 p. (in Russ.).
- [5] Bobrovin Yu.A., Reznikov V.F. Methodological approaches to sustainable nature management in transboundary territories // Problems of sustainable development of transboundary territories: mater. inter. conf. Vladivostok: TIG FEB RA, 2006. P. 5-9 (in Russ.).
- [6] Shevchenko O.Yu., Vlasenko T.V. Municipal Geoinformation Systems – the Basis for Effective Management of Urban Territories // Economics and Ecology of Territorial Entities. 2010. N 5. P. 134-139 (in Russ.).
- [7] Isachenko A.G. Theory and methodology of geographical science. M., 2004. 400 p. (in Russ.).
- [8] Mirzekhanova Z.M. Approaches to the integrated study of the territory // Bulletin of the FEB of the Russian Academy of Sciences. 2003. N 5. P. 131-140 (in Russ.).
- [9] Bassova T., Aldazhanova G., Skorintseva I., Krylova V. Modern condition and tendencies of changing of the irrigated lands of the Zhambyl Region of Kazakhstan – 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & SGEM 2019. Ecology, Economics, Education and Legislation: Conference Proceedings – Albena, Bulgaria. 28 June – 7 July, 2019. P. 469-476. DOI:10.5593/sgem2019/5.1, IF=1.86 (Scopus).
- [10] Aldazhanova G., Krylova V.S., Bassova T.A., Toletayev A.B., Skorintseva I.B. Assessment of Environmental State of Agricultural Land in Zhambyl Region. Oxidation Communications. Overall ecology 43, N 2. Sofia, Bulgaria, 2020. P. 357-368. ISSN 0209-4541, DOI (Scopus).
- [11] Medeu A., Scorintseva I., Bassova T., Krylova V. Assessment of supply sufficiency of agricultural lands of southern Kazakhstan by water resources // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & SGEM 2017. Ecology, Economics, Education and Legislation: Conference Proceedings. Albena, Bulgaria. 29 June – 9 July, 2017. P. 125-131. 10.5593/sgem2017/51/S20.053, IF 1,760 (Scopus).
- [12] Yatsukhno V.M., Mander Yu.E. Formation of agricultural landscapes and environmental protection. Minsk, 1995. 119 p. (in Russ.).
- [13] Glazovsky N.F., Sdasyuk G.V., Mandych A.F. and others. Nature management and sustainable development: world ecosystems and problems of Russia. M.: Association of scientific knowledge KMK, 2006. 448 p. (in Russ.).
- [14] Trifonova T.A., Selivanova N.V., Ilyina M.E. Environmental management. Vladimir: VSU, 2003. 291 p. (in Russ.).
- [15] Hoffman V.R. Ecological and social aspects of environmental economics. – Chelyabinsk: SUSU Publishing office, 2001. – 631 p (in Russ).
- [16] Develop a scheme for organizing sustainable environmental management of the border area of Kazakhstan in the context of transboundary cooperation: a report on research (interim) / NTSNTI: a guide. Skorintseva I.B.; performer: Basova T.A. Almaty, 2015. 215 p. № GR 0115PK0165 (in Russ.).
- [17] Astafieva O.E., Pitryuk A.V. Legal basis for nature management and environmental protection. M.: Publishing Center "Academy", 2013. 272 p. (in Russ.).
- [18] The development program of the Zhambyl region for 2016-2020: approved. decision of the Regional Maslikhat No. 7-12 dated December 9, 2016. Taraz, 2016. 172 p. (in Russ.).
- [19] Turmagambetov M.A., Orman A.O. Burlibaev M.Zh. and others. Comparative legal analysis of the water legislation of states adjacent to Kazakhstan and preparation of recommendations for harmonization of the mechanism for managing transboundary rivers. Almaty, 2011. 314 p. (in Russ.).
- [20] Strategic plan for the management of natural resources and regulation of environmental management of the Zhambyl region for 2016-2020. Taraz, 2016. 38 p. (in Russ.).
- [21] Pobirchenko V.V., Voronin I.N. Environmental and recreational nature management: principles of organization and functioning // Culture of the peoples of the Black Sea region. 2001. N 16. P. 79-83 (in Russ.).

Б. А. Красноярова¹, Г. Б. Алдажанова², Ә. С. Бейсенова³

¹ Г. ғ. д. (РҒА Сібір бөлімшесінің су және экологиялық мәселері институты, Барнаул, Ресей Федерациясы)

² PhD докторант (Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан)

³ Г. ғ. д., ҰҒА академигі (Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ИГЕРУ ЖЕРЛЕРІН БАСҚАРУДЫҢ СЫЗБАСЫ

Аннотация. ҚР Жамбыл облысын тұрақты дамытудың маңызды міндеті әртүрлі деңгейде деградацияға ұшыраған 9236,1 мың га ауыл шаруашылығы жерлерінің өнімділігін қалпына келтіру және сақтау болып табылады. Облыста 3139,9 мың га ауыл шаруашылығы жерлері өте қатты деградацияланған, олар – топырақтың қайталама сортаңдануына ұшыраған суармалы егістіктермен, су және жел эрозиясының пайда болуы, тапталған жайылымдар ошақтарымен белгіленген. Осыған байланысты облыстағы әлеуметтік және экономикалық шиеленіс ауыл халқының өмір сүру деңгейінің одан әрі төмендеуіне және ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру деңгейінің бәсеңденуіне алып келеді. Жерге жеке меншіктің енгізілуі және Қазақстанда шаруашылық жүргізудің жаңа нысандарының құрылуы зерттелетін өнімнің ауыл шаруашылығы жерлерінің кеңістіктік құрылымы мен функционалдық игерілуінің елеулі өзгеруіне алып келді. Жамбыл облысының жерлерін ауыл шаруашылығын игеру үшін пайдалану, ең алдымен, қаржы-экономикалық және ұйымдастырушылық тетіктерге негізделеді, ал олардың қайта құрылуының экологиялық салдарларының мәселесі ашық күйінде қалып отыр, бұл теріс антропогендік-экологиялық факторлардың әсеріне ұшыраған экстенсивті, шығынды ауыл шаруашылығы өндірісінің қалыптасуына себепші болды, ол өз кезегінде ауыл шаруашылығын пайдалану жерлерін басқару сызбаларын құру қажеттілігіне алып келді.

ҚР Жамбыл облысының ауыл шаруашылығын игеру жерлерінің басқару сызбасын ауыл шаруашылығы жерлерін тұрақты пайдалануға қол жеткізу үшін қызметтің басты бағыттарын көрсететін табиғи-ауыл шаруашылығы, әлеуметтік-экономикалық, нормативтік-құқықтық және табиғат қорғау көрсеткіштері негізінде әзірленді. Сызбаны әзірлеудің барлық кезеңдерінде ауыл шаруашылық табиғатты пайдалану жағдайларына бейімделген әдістемелік құрылымдар мен нормативтік критерийлер қолданылды. Ауыл шаруашылығын игеру жерлерін басқарудың әзірленген сызбасы: жер пайдаланудағы экологиялық бастапқылықтың басым болуына, соның нәтижесінде жерді ауыл шаруашылығында пайдалану экономикалық тиімді, экологиялық қауіпсіз, өзара тиімді болуға бағытталған.

Түйін сөздер: басқару сызбасы, ауыл шаруашылығын игеру жерлері, табиғи-ресурстық әлеует, ауыл шаруашылығы табиғатын пайдалану.

Б. А. Красноярова¹, Г. Б. Алдажанова², А. С. Бейсенова³

¹ Д. г. н. (Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, Барнаул, Российская Федерация)

² PhD докторант (Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан)

³ Д. г. н., академик НАН РК (Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан)

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЛЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. Важнейшей задачей устойчивого развития Жамбылской области РК являются восстановление и сохранение продуктивности 9236,1 тыс. га сельскохозяйственных земель, которые в разной степени подвержены деградации. Очень сильной деградации в области подвержено 3139,9 тыс. га сельскохозяйственных земель, которые представлены очагами орошаемой пашни с вторичным засолением почв, проявлением водной и ветровой эрозии, стравленными пастбищами. Связанная с этим социальная и экономическая напряженность в области приводит к дальнейшему снижению жизненного уровня сельского населения и спаду производства сельскохозяйственной продукции. Введение частной собственности на землю и образование новых форм хозяйствования в Казахстане привело к значительному изменению пространственной структуры

и функционального освоения сельскохозяйственных земель исследуемого региона. Использование земель Жамбылской области под сельскохозяйственное освоение базируется главным образом на финансово-экономических и организационных механизмах, а проблема экологических последствий их трансформации остается открытой, что обусловило формирование экстенсивного, затратного сельскохозяйственного производства, подверженного воздействию негативных антропогенно-экологических факторов. Это привело к необходимости создания схем управления землями сельскохозяйственного использования.

Схема управления землями сельскохозяйственного освоения Жамбылской области разработана на основе природно-сельскохозяйственных, социально-экономических, нормативно-правовых и природоохранных показателей, отражающих главные направления деятельности для достижения устойчивого использования сельскохозяйственных земель. На всех этапах разработки схемы применены методические разработки и нормативные критерии, адаптированные к условиям сельскохозяйственного природопользования. Разработанная схема управления землями сельскохозяйственного освоения направлена на преобладание экологических приоритетов в землепользовании, в результате которых сельскохозяйственное использование земель станет экономически эффективным, экологически безопасным.

Ключевые слова: схема управления, земли сельскохозяйственного освоения, природно-ресурсный потенциал, сельскохозяйственное природопользование.

**Международная научно-практическая конференция
«КРИОСФЕРА И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ОПАСНОСТИ
В ВЫСОКОГОРНОЙ АЗИИ
В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА»**

1-4 ноября 2022 г. в Алматы прошла международная научно-практическая конференция «Криосфера и связанные с ней опасности в Высокогорной Азии в условиях меняющегося климата». В конференции участвовало около 150 человек из 12 стран. Казахстанскую сторону представляли сотрудники Министерства экологии, геологии и природных ресурсов, Министерства иностранных дел, Казгидромета, Казселезащиты, КазНУ им. аль-Фараби, Института географии и водной безопасности.

Организаторами конференции были ЮНЕСКО, Правительство Республики Казахстан, Aga Khan Agency for Habitat, ICIMOD, Adaptation Fund, GLOFCA, Центрально-Азиатский Региональный гляциологический центр категории 2 под эгидой ЮНЕСКО (ЦАРГЦ).



Участники конференции

Началу работы конференции предшествовал Второй региональный семинар по обмену опытом в рамках проекта ЮНЕСКО по снижению уязвимости населения от прорыва ледниковых озер (GLOFCA). В мероприятии приняли участие 8 человек от ИГВБ и ЦАРГЦ.

Программа конференции предусматривала не только научные доклады, но и презентации по обучению населения, короткие фильмы о природе и опасных стихийных явлениях, организованы постерная выставка, дискуссии заинтересованных сторон, а также параллельные сессии.

Со словами приветствия к участникам конференции обратился г-н М. Магнуссон – директор кластерного бюро ЮНЕСКО в Алматы, представитель ЮНЕСКО по Казахстану, Кыргызстану и Таджикистану. Он отметил, что страны Высокогорной Азии сталкиваются со множеством проблем

из-за глобального потепления климата и сопутствующих изменений в криосфере. Наблюдается сокращение площади ледников, что может привести к дефициту водных ресурсов. Потенциальную угрозу для инфраструктуры и жителей долин представляет увеличение площади ледниковых озер и возможность их прорыва. В этой связи жизненно необходимы систематические научные исследования и постоянный мониторинг состояния криосферы.

Основной целью конференции являлось содействие ученым, практикам, государственным ведомствам в установлении контактов, обмене опытом и научной информацией. Привлечение к научной деятельности молодежи и женщин также рассматривается как важная часть устойчивого развития регионов.

Работа конференции проходила в основном на тематических сессиях, состоялось 30 презентаций, из них 9 – онлайн.

В представленных на конференции докладах основное внимание уделялось исследованиям современной динамики ледников и каменных глетчеров, снежного покрова, вечной мерзлоты, а также некоторым методическим вопросам использования космических съемок для изучения криосферы. В контексте изменений климата приводилась оценка катастрофических явлений, связанных с криосферой, в странах Центральной Азии, Индии, Непале, Пакистане. Проблемы эти хорошо знакомы жителям Алматы – город неоднократно подвергался воздействию селей, оползней, а горные курорты – снежных лавин.

Сотрудники ЦАРГЦ представили 2 устных доклада. Академик НАН РК И. В. Северский сделал доклад, посвященный корректировке каталогов ледников и переоценке изменений в ледниковых системах Тянь-Шаня на примере бассейна р. Сырдария. Исследование пространственной и временной изменчивости характеристик снежного покрова в бассейне р. Арыс представлено в докладе Н. В. Пиманкиной и Ж. Д. Такибаева.



Участники конференции на постерной сессии
(слева направо: Тягькова М. Е., Пиманкина Н. В.,
Благовещенская О. В.)



Выступление
Такибаева Ж. Д.
с докладом

Интересными явились панельные дискуссии – обсуждение определенной темы экспертами в различных областях. Взаимодействие населения, властных структур и науки, свободный доступ к информации и обмену данными, использование результатов научных исследований в практике, обмен мнениями по методам обучения и привлечения населения к мониторингу стихийных явлений вызвали большой интерес у участников. Диалог «наука–чиновник» является общей проблемой для ученых разных стран.

Для гостей была организована выездная сессия «Стационары ИГВБ и ЦАРГЦ» с посещением долин рек Улкен и Киши Алматы. Интерес вызвала параллельная сессия в рамках конференции, посвященная международному сотрудничеству и совместным исследованиям криосферы. Доклад академика И. В. Северского о деятельности ЦАРГЦ и перспективах сотрудничества вызвал живой интерес аудитории. В ходе выступлений и дискуссий была выражена уверенность в дальнейшем творческом взаимодействии ученых разных стран.

Уровень зарубежных исследований высок, полевые обследования с применением современной измерительной техники сочетаются с современными методами обработки и моделирования, практически все участники привлекают спутниковые данные. Успех проектов во многом определяется международным составом исследовательских групп, что подтверждается опытом ученых из Кыргызстана и Таджикистана.

Участники выражают благодарность организаторам конференции, в первую очередь ЮНЕСКО и Правительству Казахстана.

Пиманкина Н. В.,
*к.г.н., руководитель лаборатории
мониторинга динамики снежных и ледовых ресурсов
(ТОО «Центрально-Азиатский региональный
гляциологический центр категории 2 под эгидой ЮНЕСКО»)*

Круглый стол «Водная безопасность Казахстана: трансграничные бассейны рек Иле и Ертис»

24 ноября 2022 года в городе Алматы прошел круглый стол на уровне конференции на тему «Водная безопасность Казахстана: трансграничные бассейны рек Иле и Ертис». Организатором было Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан, исполнителем – АО «Институт географии и водной безопасности».



Участники круглого стола

Открыл заседание круглого стола академик НАН РК Медеу Ахметқал Рахметұллаевич. С приветственным словом и докладом «Устойчивое развитие Казахстана – водная политика республики» выступил министр науки и высшего образования Республики Казахстан Саясат Нурбек. Он остановился на широком круге вопросов, связанных с развитием научно-технического потенциала страны, акцентируя внимание на подготовке кадров в вузах через прохождение докторов PhD производственной стажировки в ведущих научных институтах страны и за рубежом.



Министр науки и высшего образования
Республики Казахстан
Саясат Нурбек



Председатель правления
АО «Институт географии и водной безопасности»
академик НАН РК Ахметқал Медеу

В заседании круглого стола приняли участие представители Министерства экологии, геологии и природных ресурсов, Министерства сельского хозяйства, Комитета науки, Комитета по водным ресурсам, уполномоченные представители бассейновых управлений КВР, Казахстанского отделения Международного фонда спасения Арала, научно-исследовательских учреждений и вузов, деятельность которых связана с подготовкой кадров водного профиля и исследованиями различных аспектов водной проблемы Казахстана, а также ведущие ученые и специалисты в области водных проблем.

Вопросы, связанные с водообеспечением Республики Казахстан в условиях ожидаемых изменений водных ресурсов, являются одним из приоритетных направлений научной деятельности Института географии и водной безопасности. В соответствии с поручением Президента Республики Казахстан К.-Ж. К. Токаева о необходимости внесения пакета предложений по обеспечению водной безопасности с докладом «Водная безопасность Казахстана – фактор устойчивого развития» выступил председатель правления АО «Институт географии и водной безопасности» академик НАН РК А. Р. Медеу.

Основной целью круглого стола было подведение итогов и полученных результатов выполнения крупной научно-технической программы «Трансграничные бассейны рек Республики Казахстан и Китайской Народной Республики: научно-прикладные основы устойчивого водообеспечения населения и экономики в условиях климатических изменений и хозяйственной деятельности на период до 2050 г.». Результаты исследования Института географии и водной безопасности получили воплощение в 8-томной монографии «Водная безопасность Республики Казахстан: Трансграничные бассейны рек Иле и Ертис», посвященной решению проблем водной безопасности применительно к конкретным водохозяйственным бассейнам. Монографий подобного рода ранее не было, такой труд издан в Казахстане впервые.



Руководители научно-технической программы
«Трансграничные бассейны рек РК и КНР: научно-прикладные основы устойчивого водообеспечения населения
и экономики в условиях климатических изменений и хозяйственной деятельности на период до 2050 г.»

Острота проблемы водообеспечения нашей страны заключается в ограниченности располагаемых водных ресурсов, неравномерности распределения их по территории, значительной изменчивости во времени, высокой степени загрязнения, сокращении речного стока с территорий сопредельных государств, а также климатически обусловленном уменьшении стока, что представляет реальную угрозу устойчивому развитию республики. Эти процессы, вызывающие дефицит воды, способствуют обострению межгосударственных водных отношений, трансформации

природных зон, усилению процесса опустынивания, сопровождаемого сокращением территории возделывания зерновых в северных регионах Казахстана и угрозой продовольственной безопасности страны.

О своих результатах и решении такой проблемы с докладами выступили видные ученые Института географии и водной безопасности, а также гости круглого стола – специалисты в области водного хозяйства: Кипшакбаев Нариман Кипшакбаевич (директор Казахского филиала НИЦ МКВК) заострил внимание присутствующих на необходимости совершенствования Водного кодекса РК с обязательным охватом вопросов водосбережения, рационального и эффективного использования водных ресурсов; Сарсембеков Тулеген Таджибаевич (эксперт-водник) предложил восстановить гидрологическую сеть, прежде всего пограничные створы, а также для удобства использования полученных результатов исследования предложил создать общий сводный том в качестве руководства для специалистов водной отрасли; Глеулесова Анара Имангазиевна (начальник отдела контроля за соблюдением водного законодательства Департамента правового контроля, независимый эксперт) высказала опасение по поводу снижения уровня озера Балкаш – при падении уровня ниже 341 мБС не избежать экологической катастрофы; Кеншимов Амирхан Кадырбекович (главный специалист Департамента водных ресурсов МФСА в РК) отметил, что в условиях нарастающего дефицита воды необходимо создать единый центр по проблемам водного хозяйства для планирования и контроля водных ресурсов Казахстана; Исламов Есенбай Исраилович (проректор по научной работе и международным связям КНАИУ) указал на дефицит кадров в водной отрасли особенно таких специальностей, как водник-инженер, гидротехник, гидролог, гидромелиоратор, а также на необходимость увеличения числа грантов для специалистов водного профиля в вузах страны; Тусупова Камшат Маратовна (эксперт по интегрированному управлению водными ресурсами, ВСГ) отметила необходимость создания единой базы данных по воде и проведения мониторинга всех водных объектов в сети Казгидромета.

Все озвученные проблемы и предложения за круглым столом были запротоколированы и рекомендованы заинтересованным лицам и государственным органам в области водных ресурсов.

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

Гляциология – Гляциология – Glaciology

- Такибаев Ж. Д., Татькова М. Е., Пиманкина Н. В.* MODIS мәліметтері бойынша Сырдария өзені алабындағы қар жамылғысының өзгеруін бағалаудың бастапқы нәтижелері..... 3
(*Takibayev Zh. D., Tatkova M. Ye., Pimankina N.V.* Application of the MODIS radiometer data to the snow cover investigations)

Гидрология – Гидрология – Hydrology

- Fatkhi M. O., Tersky P. N., Kopeikin I. A.* Modern methods of hydrometric research: bathymetric works using echo sounder..... 11
(*Фатхи М. О., Терский П. Н., Копейкин И. А.* Современные методы гидрометрических исследований: батиметрические работы с использованием эхолота)
- Popov N. V., Aldabergen U. R.* Problems of forecasts of natural hazards in Kazakhstan: extreme conditions of large water bodies.....20
(*Попов Н. В., Алдаберген У. Р.* Проблемы прогнозов опасных природных явлений в Казахстане: экстремальные состояния крупных водных объектов)
- Алимкулов С. К., Мырзахметов А. Б., Турсунова А. А., Таиров А. З., Болатов К. М.* Особенности перетока воды в проливе Узынарал озера Балкаш.....27
(*Alimkulov S. K., Myrzakmetov A. B., Tursunova A. A., Tairov A. Z., Bolatov K. M.* Characteristics of the water flow in the Uzynaral strait of lake Balkash)

**Табиғатты ұтымды пайдалану
Рациональное природопользование
Rational use of natural resources**

- Krasnoyarova B. A., Aldazhanova G. B., Beissenova A. S.* Agricultural land management strategy of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan..... 36
(*Красноярлова Б. А., Алдажанова Г. Б., Бейсенова А. С.* Схема управления землями сельскохозяйственного освоения Жамбылской области Республики Казахстан)

Хроника – Хроника – Chronicle

- Международная научно-практическая конференция «Криосфера и связанные с ней опасности в Высокогорной Азии в условиях меняющегося климата»..... 44
- Круглый стол «Водная безопасность Казахстана: Трансграничные бассейны рек Иле и Ертіс»..... 47

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале публикуются статьи, посвященные проблемным вопросам географической науки и геоэкологии, а также научные сообщения теоретического, методического, экспериментального и прикладного характера, тематические обзоры, критические статьи и рецензии, в том числе в виде писем в редакцию, библиографические сводки, хроника научной жизни. Тексты статей и других материалов могут предоставляться на казахском, русском или английском языках. Редакция принимает материалы в электронном виде, набранные в текстовом редакторе Microsoft Word, в сопровождении идентичной бумажной версии. Поля: верхнее и нижнее – 2,4 см, правое и левое – 2,2 см. Текст (шрифт «Times New Roman») дается в одну колонку через межстрочный интервал 1,0 и для него устанавливается автоматический перенос. Страницы нумеруются. Материал статьи (текст, включая аннотации на казахском, русском и английском языках, рисунки, таблицы, список литературы) оформляется одним файлом. Объем статьи со всеми структурными элементами не должен превышать 50 000 знаков с пробелами (до 12 стр.), других материалов – 20 000 знаков с пробелами (до 4 стр.).

Рукописи статей оформляются следующим образом: 1) УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 10); 2) через один интервал инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «начинать с прописных», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); 3) через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает, город, страна (выравнивание текста «по центру», кегль 10; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); 4) через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); 5) через один интервал – аннотация из 5–10 предложений, объемом до 1200 знаков с пробелами (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (рус. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)») на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10); 6) через один интервал 5–7 ключевых слов (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»), сортированных по алфавиту, на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10).

Основной текст разбивается на структурные элементы: введение, постановка проблемы, методика исследований, источники данных, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение (выводы), источник финансирования исследований (при необходимости), список литературы. Перед списком литературы может помещаться благодарность лицам и организациям, оказавшим помощь в написании статьи. Необщепринятые аббревиатуры должны расшифровываться в тексте при первом упоминании. Параметры текста: абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 11.

Под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» приводится список источников, на которые есть ссылки в тексте. Литература приводится сначала на языке оригинала, затем дублируется на английском языке «REFERENCES» (абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 9). В тексте ссылки на номера списка даются в квадратных скобках. Запись каждой библиографической ссылки в списке начинается с ее порядкового номера в тексте: «[1] Петрова С.Н. Научно-исследовательская деятельность ...»). Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1–2003 и тщательно выверяется автором. Транслитерация не допускается!

Далее следует резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы; на *русском языке* – казахский и английский переводы; на *английском языке* – казахский и русский переводы. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленным на русском и английском языках. Структура двуязычных резюме: инициалы и фамилии всех авторов через запятую (после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает, город, страна (если авторов несколько, сведения даются отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); название статьи; аннотация, приведенная в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (рус. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)»); ключевые слова, приведенные в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы. Располагать их следует сразу после упоминания в тексте или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Например, «Таблица 1 – Средний многолетний расход р. Жайык, м³/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть выполнены в хорошем качестве, а их общее количество не превышать 5. Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисуночных подписях. В подрисуночной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисуночные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км²» (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Фотографии должны быть четкими, без дефектов. Все рисунки также предоставляют отдельными файлами: для растровых изображений – в формате JPEG/TIFF/PSD, для векторных – в совместимом с Corel Draw или Adobe Illustrator. Разрешение растровых изображений в оттенках серого и RGB цветах должно быть 300 dpi, чёрно-белых – 600 dpi. Рекомендуемые размеры: ширина – 85, 120–170 мм, высота – не более 230 мм. При необходимости файлы могут быть заархивированы, предпочтительно в форматах ZIP или ARJ.

Математические обозначения и формулы нужно набирать в Microsoft equation и размещать в тексте отдельных строках, нумеруя только те, на которые есть ссылки в тексте. Русские и греческие буквы в формулах и статьях, а также математические символы и химические элементы набираются прямым шрифтом, латинские буквы – курсивом.

К статье следует приложить: 1) сопроводительное письмо; 2) рецензию на 1 стр.; 3) экспертное заключение об отсутствии секретных сведений в публикации, выданное организацией, в которой выполнена работа (в особых случаях возможно составление в редакции после внутреннего рецензирования); для нерезидентов Республики Казахстан экспертное заключение не требуется; 4) краткое заключение лаборатории (кафедры, отдела и др.), где выполнена представленная к публикации работа; 5) сведения о каждом авторе: ФИО (полностью), ученые степень и звание, должность и место работы, контактные E-mail, телефоны, факс.

Сданные в редакцию материалы авторам не возвращаются. Не соответствующие требованиям статьи не рассматриваются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Все материалы проходят внутреннее и внешнее рецензирование. Редакция просит авторов отмечать все изменения, внесенные в статью после исправления или доработки текста по замечаниям рецензента (например, цветом). При работе над рукописью редакция вправе ее сократить. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. За достоверность приведенных в статье научных фактов полную ответственность несет автор (авторы в равной мере, если их несколько).

Адрес редакции журнала «География и водные ресурсы»:

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99,

АО «Институт географии и водной безопасности».

Тел.: +7(727)2918129 (приемная); факс: +7(727)2918102

E-mail: journal.ingeo@gmail.com

Сайт: <http://www.ojs.ingeo.kz>

Ғылыми жарияланымдардың этикасы

«География мен су ресурстары» журналының редакциялық алқасы халықаралық қоғамдастық қабылдаған жариялау этикасының қағидаттарын ұстанады, сондай-ақ беделді халықаралық журналдар мен баспалардың құнды тәжірибесін ескереді.

Баспа қызметіндегі жосықсыз тәжірибені болдырмау мақсатында (плагиат, жалған ақпаратты ұсыну және т.б.) және ғылыми жарияланымдардың жоғары сапасын қамтамасыз ету, автордың алған ғылыми нәтижелерін жұртшылықпен таныстыру мақсатында редакциялық кеңестің әрбір мүшесі, автор, рецензент, сондай-ақ баспа барысында қатысатын мекемелер этикалық стандарттарды, нормалар мен ережелерді сақтауға және олардың бұзылуын болдырмау үшін барлық іс-шараларды қабылдауға міндетті. Осы процеске қатысушылардың барлығының ғылыми жарияланым этикасы ережелерін сақтау авторлардың зияткерлік меншік құқықтарын қамтамасыз етуге, басылым сапасын арттыруға және авторлық ақпараттарды, жеке тұлғалардың мүддесі үшін заңсыз пайдалану мүмкіндігін болдырмауға ықпал етеді.

Редакцияға келіп түскен барлық ғылыми мақалалар міндетті түрде екі жақты шолудан өтеді. Журнал редакциясы мақаланың журнал бейініне, ресімдеу талаптарына сәйкестігін белгілейді және қолжазбаның ғылыми құндылығын айқындайтын және мақала тақырыбына неғұрлым жақын ғылыми мамандандырулары бар екі тәуелсіз рецензент – мамандарды тағайындайтын журналдың жауапты хатшысының бірінші қарауына жібереді. Мақалаларды рецензиялауды редакциялық кеңес және редакциялық алқа мүшелері, сондай-ақ басқа елдердің шақырылған рецензенттері жүзеге асырады. Мақалаға сараптама жүргізу үшін белгілі бір рецензентті таңдау туралы шешімді Бас редактор қабылдайды. Рецензиялау мерзімі 2-4 аптаны құрайды, бірақ рецензенттің өтініші бойынша ол ұзартылуы мүмкін.

Редакция мен рецензент қарауға жіберілген жарияланбаған материалдардың құпиялылығын сақтауға кепілдік береді. Жариялау туралы шешімді журналдың редакциялық алқасы рецензиялаудан кейін қабылдайды. Қажет болған жағдайда қолжазба авторларға рецензенттер мен редакторлардың ескертулері бойынша жөнделуге жіберіледі, содан кейін ол қайта рецензияланады. Редакция этика ережелерін бұзған жағдайда мақаланы жариялаудан бас тартуға құқылы. Егер ақпаратты плагиат деп санауға жеткілікті негіз болса, жауапты редактор жариялауға жол бермеуі керек.

Авторлар редакцияға ұсынылған материалдардың жаңа, бұрын жарияланбаған және түпнұсқа екендігіне кепілдік береді. Авторлар ғылыми нәтижелердің сенімділігі мен маңыздылығына, сондай-ақ ғылыми этика қағидаттарын сақтауға, атап айтқанда, ғылыми этиканы бұзу фактілеріне жол бермеуге (ғылыми деректерді тұжырымдау, зерттеу деректерін бұрмалауға әкелетін бұрмалау, плагиат және жалған тең авторлық, қайталау, басқа адамдардың нәтижелерін иемдену және т. б.) жауапты болады.

Мақаланы редакцияға жіберу авторлардың мақаланы (түпнұсқада немесе басқа тілдерге немесе басқа тілдерге аударылған) басқа журналға (журналдарға) бермегенін және бұл материал бұрын жарияланбағанын білдіреді. Әйтпесе, мақала авторларға авторлық құқықты бұзғаны үшін мақаланы қабылдамау туралы ұсыныспен дереу қайтарылады. Басқа автор жұмысының 10 пайызынан астамын оның авторлығын және дереккөзге сілтемесіз сөзбе-сөз көшіруге жол берілмейді. Алынған көріністер немесе мәлімдемелер автор мен бастапқы көзді міндетті түрде көрсете отырып жасалуы керек. Шамадан тыс көшіру, сондай-ақ кез-келген нысандағы плагиат, оның ішінде рәсімделмеген дәйексөздер, өзгерту немесе басқа адамдардың зерттеулерінің нәтижелеріне құқықтар иемдену этикалық емес және қолайсыз. Зерттеу барысына қандай да бір түрде әсер еткен барлық адамдардың үлесін мойындау қажет, атап айтқанда, мақалада зерттеу жүргізу кезінде маңызды болған жұмыстарға сілтемелер ұсынылуы керек. Қосалқы авторлардың арасында зерттеу-ге қатыспаған адамдарды көрсету болмайды.

Егер жұмыста қате табылса, редакторға тез арада хабарлау керек және бірге түзету туралы шешім қабылдау керек.

Қолжазбаны жариялаудан бас тарту туралы шешім рецензенттердің ұсынымдарына сәйкес редакциялық алқа отырысында қабылданады. Редакциялық алқаның шешімімен жариялауға ұсынылмаған мақала қайта қарауға қабылданбайды. Жариялаудан бас тарту туралы хабарлама авторға электрондық пошта арқылы жіберіледі.

Редакциялық алқа мақаланы жариялауға жіберу туралы шешім қабылдағаннан кейін редакция бұл туралы авторға хабарлайды және жариялау мерзімін көрсетеді.

Этика научных публикаций

Редакционная коллегия журнала «География и водные ресурсы» придерживается принятых международным сообществом принципов публикационной этики, а также учитывает ценный опыт авторитетных международных журналов и издательств.

Во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (плагиат, изложение недостоверных сведений и др.) и в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, признания общественностью полученных автором научных результатов каждый член редакционного совета, автор, рецензент, а также учреждения, участвующие в издательском процессе, обязаны соблюдать этические стандарты, нормы и правила и принимать все меры для предотвращения их нарушений. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками этого процесса способствует обеспечению прав авторов на интеллектуальную собственность, повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

Все научные статьи, поступающие в редакцию, подлежат обязательному двойному слепому рецензированию. Редакция Журнала (ответственный секретарь Журнала) устанавливает соответствие статьи профилю Журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на первое рассмотрение, определяет научную ценность рукописи и назначает двух независимых рецензентов – специалистов, имеющих наиболее близкие к теме статьи научные специализации. Рецензирование статей осуществляется членами редакционной коллегии, а также приглашенными рецензентами из других стран. Решение о выборе того или иного рецензента для проведения экспертизы статьи принимает главный редактор. Срок рецензирования составляет 2-4 недели, но по просьбе рецензента он может быть продлен.

Редакция и рецензент гарантируют сохранение конфиденциальности не опубликованных материалов. Решение о публикации принимается редакционной коллегией Журнала после рецензирования. В случае необходимости рукопись направляется авторам на доработку по замечаниям рецензентов и редакторов, затем она повторно рецензируется. Редакция оставляет за собой право отклонить публикацию статьи в случае нарушения правил этики. Ответственный редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Авторы гарантируют, что представленные в редакцию материалы являются новыми, ранее не опубликованными и оригинальными. Они несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, а также соблюдение принципов научной этики, в частности недопущение фактов нарушения научной этики (фабрикация научных данных, фальсификация, ведущая к искажению исследовательских данных, плагиат и ложное соавторство, дублирование, присвоение чужих результатов и др.).

Направляя статью в редакцию, авторы подтверждают, что данная статья не была ранее опубликована и не передавалась в другой журнал(ы) как в оригинале, так и в переводе на другие языки или с других языков. В противном случае статья немедленно возвращается авторам с рекомендацией отклонить статью за нарушение авторских прав. Не допускается дословное цитирование работы другого автора без указания его авторства и ссылок на источник. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование, перевод или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы. Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования. В частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании. Если обнаружена ошибка в работе после подачи статьи, необходимо срочно уведомить редактора и вместе принять решение об исправлении.

Решение об отказе в публикации рукописи принимается редакционной коллегией в соответствии с рекомендациями рецензентов. Статья, не рекомендованная решением редакционной коллегии к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Сообщение об отказе в публикации направляется автору по электронной почте.

После принятия редколлегией Журнала решения о допуске статьи к публикации редакция информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Ethics of scientific publications

In order to avoid unfair practices in publishing activities (plagiarism, presentation of false information, etc.) and in order to ensure the high quality of scientific publications, public recognition of the scientific results obtained by the author, each member of the editorial board, author, reviewer, as well as institutions involved in the publishing process, must comply with ethical standards, rules and regulations and take all measures to prevent their violations. Compliance with the rules of ethics of scientific publications by all participants in this process contributes to ensuring the rights of authors to intellectual property, improving the quality of the publication, and excluding the possibility of illegal use of copyright materials in the interests of individuals.

All scientific articles submitted to the editorial office are subject to mandatory double-blind review. The editorial board of the Journal (Responsible secretary) establishes the correspondence of the article to the profile of the Journal, the requirements for registration and sends it for the first consideration, determines the scientific value of the manuscript and appoints two independent reviewers - specialists who have scientific specializations closest to the topic of the article. Reviewing of articles is carried out by members of the editorial board, as well as invited reviewers from other countries. The decision on choosing a reviewer for the examination of the article is made by the editor-in-chief. The review period is 2-4 weeks, but it can be extended at the request of the reviewer.

The editorial board and the reviewer guarantee the confidentiality of unpublished materials. The decision on publication is made by the editorial board of the Journal after reviewing. The manuscript is sent to the authors for revision based on the comments of reviewers and editors if necessary. After which, it is re-reviewed. The editors reserve the right to reject the publication of an article in case of a violation of the rules of ethics. The executive editor should not allow information to be published if there are sufficient grounds to believe that it is plagiarism.

The authors guarantee that the submitted materials to the editorial office are new, previously unpublished, and original. Authors are responsible for the reliability and significance of scientific results, as well as adherence to the principles of scientific ethics, in particular, the prevention of violations of scientific ethics (fabrication of scientific data, falsification leading to distortion of research data, plagiarism, and false co-authorship, duplication, appropriation of other people's results, etc.).

The submission of an article to the Editorial Board means that the authors did not transmit the article (in original or translation into other languages or from other languages) to another journal (s), and this material has not been previously published. Otherwise, the article is immediately returned to the authors with a recommendation to reject the article for copyright infringement. Verbatim quoting of the work of another author is not allowed without indicating his authorship and references to the source. Borrowed fragments or statements must be made with the obligatory indication of the author and the source. Excessive borrowing as well as plagiarism in any form, including unofficial quotations, paraphrasing, or appropriation of rights to the results of other people's research, is unethical and unacceptable. It is necessary to recognize the contribution of all persons, who in one way or another influenced the course of the research. In particular, the article, should contain references to works that were of importance in the conduct of the research. Among the co-authors, it is inadmissible to indicate persons who did not participate in the study.

If an error is found in work, it is necessary to notify the editor and together make a decision on the correction.

The decision to refuse publication of the manuscript is made at a meeting of the editorial board by the recommendations of the reviewers. An article not recommended for publication by the decision of the editorial board is not accepted for reconsideration. The refusal to publish is sent to the author by e-mail.

After the editorial board of the Journal decides on the admission of the article for publication, the editorial board informs the author about it and indicates the terms of publication.

Журналдың жауапты хатшысы –
ғылыми қызметкер **О. В. Радуснова**

Ответственный секретарь журнала –
научный сотрудник **О. В. Радуснова**

Responsible Secretary of the Journal –
Researcher **O. V. Radusnova**

Редакторы *Т. Н. Кривобокова*
Компьютерлік беттеген
Д. Н. Калкабекова

Редактор *Т. Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере
Д. Н. Калкабековой

Editor *T. N. Krivobokova*
Makeup on the computer of
D. N. Kalkabekova

Басуға 26.12.2022 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 3,5 п.л.
Таралымы 300 дана.

Подписано в печать 26.12.2022.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 3,5 п.л.
Тираж 300.

Passed for printing on 26.12.2022.
Format 60x88¹/₈. Offset paper.
Printing – risograph. 3,5 pp.
Number of printed copies 300.

* * *

«Нурай Принт Сервис» ЖШС
баспаханасында басылып шықты
050026, Алматы қ., Мұратбаев көшесі
75, оф.3. Тел.: +7(727)234-17-02

* * *

Отпечатано в типографии
ТОО «Нурай Принт Сервис»
050026, г. Алматы,
ул. Мұратбаева, 75, оф. 3.
Тел.: +7(727)234-17-02

* * *

Printed in the publishing house
of the LLP «Nurai Print Service»
050026, Almaty, Muratbaev str., 75,
off. 3. Tel.: +7(727)234-17-02