

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

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

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

SCIENCE COMMITTEE
OF THE MINISTRY OF 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**

2

**СӘУІР – МАУСЫМ 2022 ж.
АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2022 г.
APRIL – JUNE 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 **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 **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 **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; ingeo@mail.kz
Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-3-11.07>

УДК 556:551.582.2(574)

Е. В. Архипов¹, Г. А. Пятова², **Е. А. Пятов³**

¹Старший научный сотрудник, к.с.-х.н. (ГНПП «Бурабай» УДП РК, пос. Бурабай, Казахстан)

²Младший научный сотрудник (ГНПП «Бурабай» УДП РК, пос. Бурабай, Казахстан)

³Академия минеральных ресурсов РК (Алматы, Казахстан)

О РЕЗУЛЬТАТАХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ОЗЕРАХ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «БУРАБАЙ» ЗА 2019-2020 ГОДЫ

Аннотация. Озера ГНПП «Бурабай» имеют большое рекреационное значение и играют ведущую роль в развитии туризма в Казахстане. В последние десятилетия наблюдается тенденция усыхания озер, поэтому проведение регулярных наблюдений за гидрологическим режимом озер является актуальной задачей. Приводятся результаты наблюдений на гидрологических постах, созданных на наиболее крупных озерах национального парка. Отмечается повсеместное снижение уровня воды в озерах, зависящее от величины атмосферных осадков и температуры воздуха.

Ключевые слова: озеро, уровень воды, минерализация, окислительно-восстановительный потенциал, электропроводность, климат, гидрологический пост.

Введение. Озера, расположенные на территории ГНПП «Бурабай», по определению курортологов являются важными природными лечебными факторами. С конца XIX века на берегах озер начинают строиться дачи, военные госпитали, дома отдыха, санатории, детские оздоровительные учреждения [1]. На территории национального парка функционирует Щучинско-Боровская курортная зона. С середины XX века на некоторых из озер начинается проведение регулярных гидрологических наблюдений. В настоящее время стационарные гидрологические наблюдения осуществляются Комитетом геологии Республики Казахстан и РГП «Казгидромет». В течение последнего столетия на озерах проводятся различными научными и научно-производственными организациями многочисленные экспедиционные исследования, которые также изучают водный режим озер.

Анализ результатов гидрологических исследований показывает, что за последние сто лет произошло существенное снижение уровня воды в озерах ГНПП «Бурабай», например уровень воды в озере Шортан понизился более чем на 14 м, в озере Улькен Шабакты – на 10,8 м, Киши Шабакты – 6,5 м, Катарколь – 2,3 м [2]. Понижение уровня воды в озерах продолжается и в настоящее время с некоторыми незначительными повышениями в отдельные увлажненные годы.

Тенденция к понижению уровня воды в озерах вызывает некоторые опасения в перспективности освоения территории национального парка в качестве туристического и курортного кластеров.

Для реализации государственных программ, направленных на развитие Щучинско-Боровской курортной зоны, требуется разработка долгосрочного прогноза уровня режима озер. С этой целью возникает потребность в дальнейшем изучении водного баланса озер, который складывается из данных наблюдений за текущим режимом озер и метеорологическими элементами.

В 2019 году Институт географии и природопользования Международного научного комплекса «Астана» в рамках научной работы «Комплексная оценка экосистем Щучинско-Боровской

курортной зоны с определением экологической нагрузки в целях устойчивого использования рекреационного потенциала» создал на озерах Шортан, Бурабай, Киши Шабакты, Улькен Шабакты, Катарколь и Жукей гидрологические посты для проведения локального мониторинга за режимом водоемов. Гидрологические наблюдения на постах осуществляет научный отдел ГНПП «Бурабай».

В данной статье приводятся результаты наблюдений, проведенных в 2019-2020 годах.

Методы исследований. Исследования на гидрологических постах, созданных на указанных шести озерах, включали в себя наблюдения за качеством озерной воды, уровнем воды в озерах, ледоставом, мощностью льда, температурой воды.

Исследования проводились с июня 2019 года по декабрь 2020 года. Качество воды изучалось 1-го, 11-го и 21-го числа каждого месяца. Определяли pH, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), электропроводность (S), соленость, общее содержание растворенных твердых веществ (TDS) – минерализация. Измерения осуществлялись приборами TDS метром и pH метром с заводской калибровкой.

Толщина льда находилась с помощью ледемера. Измерения проводились с декабря 2019 года, с момента полного ледостава, до 1 апреля 2020 года.

Уровень воды устанавливался с помощью свай, забитой в озерный грунт. За нулевую точку принималась верхняя часть свай, у которой замерялась абсолютная отметка с помощью GPS приемника. Мерной рейкой замерялось расстояние от нулевой точки свай до воды. Измерения проводились ежедневно, два раза в день, в 8 ч и в 20 ч.

Результаты. Обобщенные результаты исследования качества воды в озерах ГНПП «Бурабай» приведены в таблицах 1 и 2. Значения показателей, полученных в ходе полевых работ, сравнивались с нормативами, предъявляемыми к 1-3 классу качества воды рыбохозяйственного назначения [4] и к качеству воды питьевого назначения [5], ОВП и S данными документами не нормируются. Для наглядности на рисунке 1 приведены графики колебания минерализации воды в озерах за период исследований. На графиках видно, что минерализация воды подвержена сезонным изменениям.

Существенное снижение минерализации воды происходит в апреле, когда в озера поступает с водосборных бассейнов талая снеговая вода с весьма низкой минерализацией, а также за счет таяния озерного льда. Замеры минерализации проводились в приповерхностном слое воды, отражая практически минерализацию воды растаявшего льда.

К началу мая талая вода перемешивается с основной массой озерной воды, при этом минерализация воды в озере достигает средней величины.

Летние атмосферные осадки не вносят существенного вклада в минерализацию воды в озерах. В зимний период, начиная с момента ледостава, минерализация воды в озерах увеличивается за счет отжатия солей из замерзающей воды.

Таблица 1 – Качество воды в озерах за 2019 год

Озера	pH ср.	ОВП, mV	TDS (ср.), мг/л	S, мкСм/см
Нормативы по класс. №151 [4]	6,5-8,5	–	1000-1300	–
Нормативы по СП №209 [5]	6,0-9,0	–	до 1000	–
Шортан	7,16-8,61 (7,99)	132-320	345-495 (388)	505-737
Бурабай	6,98-8,48 (7,92)	162-295	156-268 (214)	220-399
Улькен Шабакты	6,4-9,18 (8,22)	166-301	757-1249 (999)	1020-1836
Киши Шабакты	7,94-10,01 (8,49)	147-329	4040-4950 (4500)	3770-7350
Катарколь	7,9-9,22 (8,46)	128-308	698-1069 (810)	914-1470
Жукей	7,4-9,21 (8,49)	140-322	2100-6360 (4770)	2110-9420

Таблица 2 – Качество воды в озерах за 2020 год

Озера	pH ср.	ОВП mV	TDS (ср.) мг/л	S мкСм/см
Нормативы по класс. №151 [4]	6,5-8,5	–	1000-1300	–
Нормативы по СП №209 [5]	6,0-9,0	–	до 1000	–
Шортан	7,66-9,75 (8,44)	88-324	170-700 (444)	253-813
Бурабай	7,0-9,9 (7,79)	65-313	181-1067 (277)	157-1594
Улькен Шабакты	7,0-11,39 (8,57)	117-302	332-1238 (1037)	497-1852
Киши Шабакты	7,75-9,62 (8,56)	135-301	2790-5050 (4310)	2350-7530
Катарколь	6,63-9,09 (8,56)	114-279	447-1052 (858)	668-1504
Жукей	7,85-9,14 (8,78)	87-302	2820-7160 (4740)	2270-9490

Примечание. Здесь и в таблице 1 в скобках указана средняя величина.



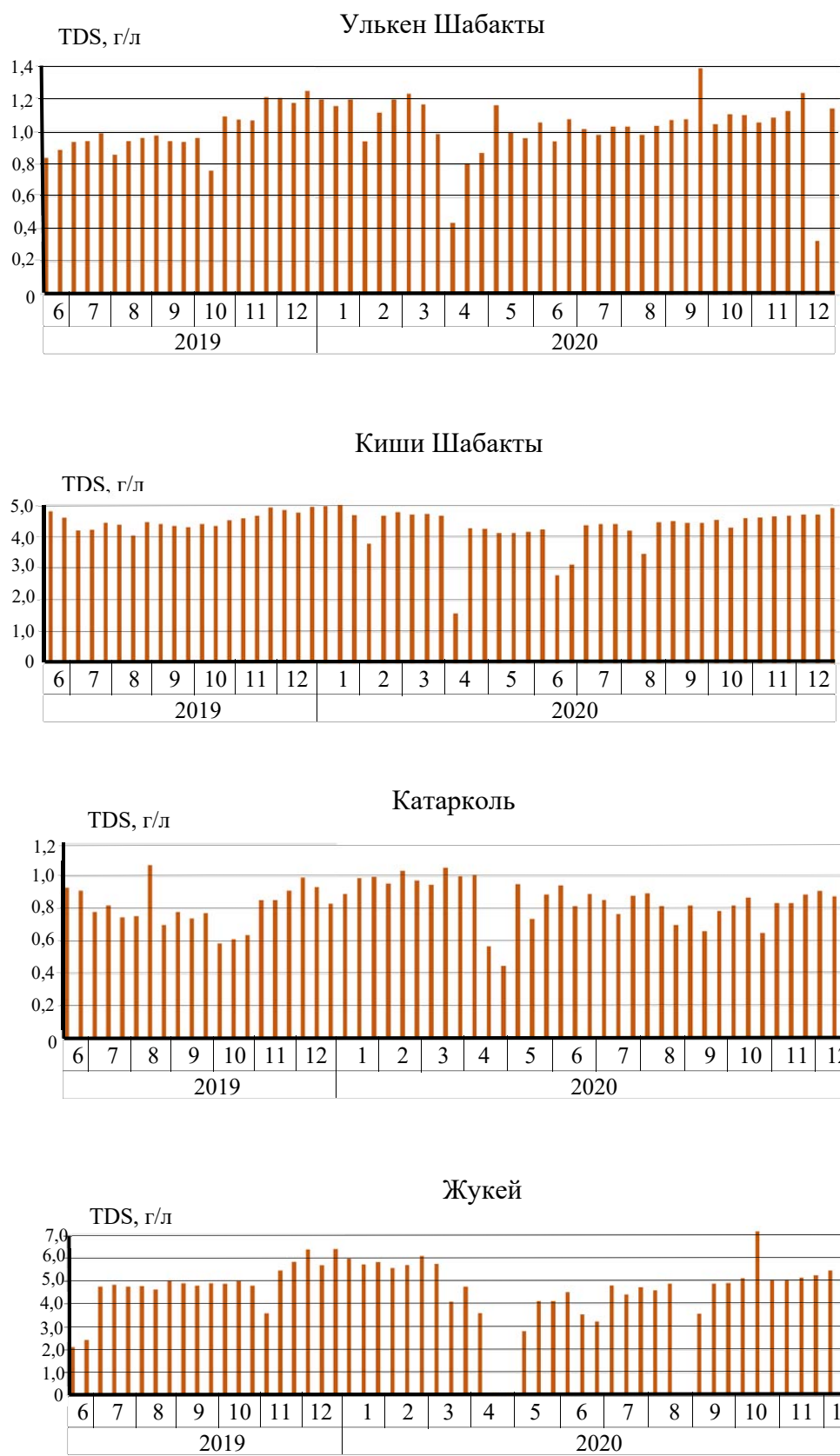
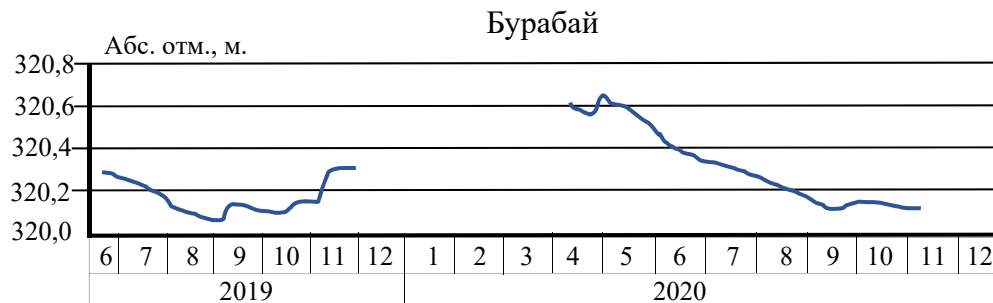
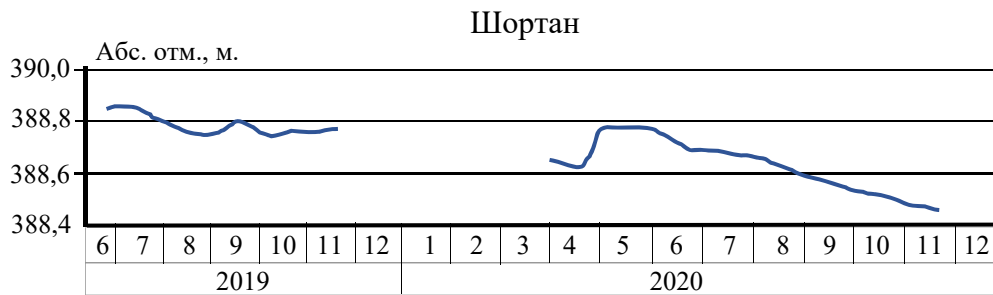


Рисунок 1 – Графики колебания минерализации воды в озерах

На рисунке 2 приведены графики колебания уровня воды в озерах за период исследований.



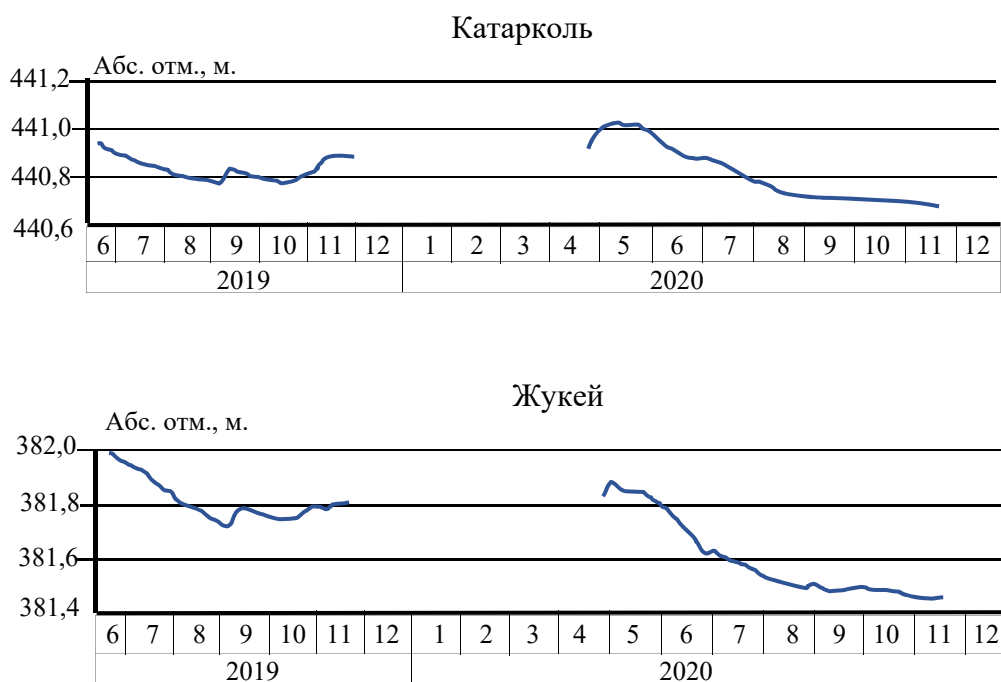


Рисунок 2 – Графики колебания уровня воды в озерах

Качество воды в озерах, гидродинамический режим водоемов зависят от климатических условий, поэтому для анализа полученных материалов приводим данные по метеорологическим станциям, расположенным в национальном парке, и по метеостанции Кокшетау, имеющей самый длительный ряд наблюдений на территории, прилегающей к парку.

Таблица 3 – Характеристики климата в районе ГНПП «Бурабай»

Показатели	Метеостанции		
	Кокшетау	Бурабай	Щучинск
Период наблюдений, лет	95	40	40
Среднегодовое количество осадков гидрологического года (XI-X), мм	308,3	331,0	354,0
Осадки гидрологического года за 2018-2019 гг., мм	298,1	393,4	473,5
Осадки гидрологического года за 2019-2020 гг., мм	229,5	328,6	331,0
Среднегодовое количество эффективных осадков (XI-III), мм	61,5	70,0	78,2
Эффективные осадки (XI-III) за 2018-2019 гг., мм	62,7	72,2	110,8
Эффективные осадки (XI-III) за 2019-2020 гг., мм	66,1	69,5	115,5
Среднегодовая температура приземного воздуха за весь период наблюдений, °C	+2,56	+2,83	+1,9
Температура приземного воздуха за 2019 г., °C	+3,9	+2,9	+0,6
Температура приземного воздуха за 2020 г., °C	+5,74	+5,1	+4,2
Средняя температура теплого периода (V-VIII) за весь период наблюдений, °C	+17,0	+16,2	+15,9
Средняя температура теплого периода (V-VIII) за 2019 г., °C	+17,3	+13,0	+11,53
Средняя температура теплого периода (V-VIII) за 2020 г., °C	+19,0	+17,9	+17,6

Наибольшая величина осадков гидрологического года, участвующих в пополнении озер, отмечается по метеостанции Щучинск. В 2019 году осадки гидрологического года по метеостанциям Бурабай и Щучинск были выше средних многолетних осадков. В 2020 году осадки гидрологического года были меньше средней многолетней величины.

Эффективные осадки холодного периода, формирующие основной объем весеннего половодья, в 2019 году были больше средних многолетних эффективных осадков по всем метеостанциям, а в 2020 году были больше эффективных осадков 2019 года.

Годовая температура приземного воздуха по метеостанциям Кокшетау и Бурабай в 2019 году была выше средней годовой температуры за весь период наблюдений, по метеостанции Щучинск 2019 год был более прохладным, 2020 год по всем трем метеостанциям является более теплым.

Средняя температура воздуха теплого периода года за 2019 год, которая влияет на величину испарения влаги с водной поверхности озер, непосредственно в ГНПП была ниже средней многолетней величины. Лето 2019 года было прохладным.

В 2020 году температура воздуха в теплый период года была выше средней многолетней температуры воздуха теплого периода, лето было теплым в пределах всего региона.

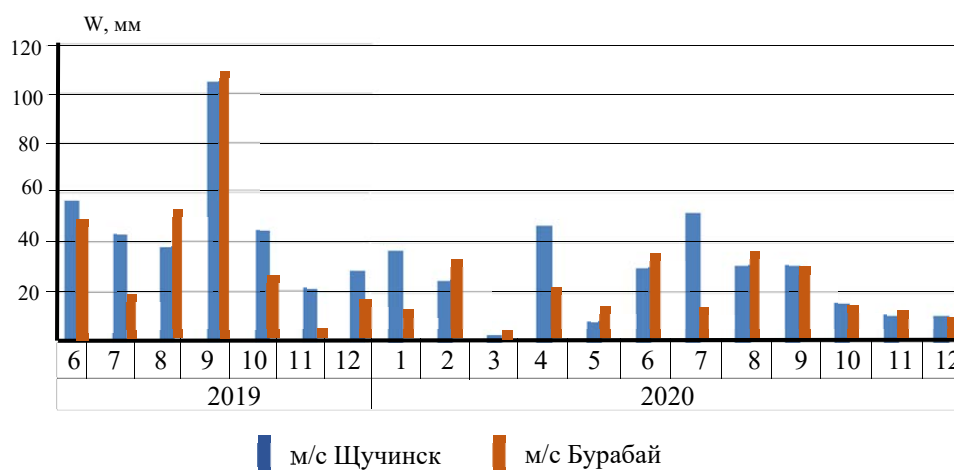


Рисунок 3 – Среднемесячные осадки по метеостанциям Щучинск и Бурабай за 2019 и 2020 годы

В 2019 году сплошной ледяной покров на озерах установился во второй половине ноября. В конце декабря 2019 г. толщина льда на озерах достигла 31-52 см, постепенно увеличиваясь в течение зимы, к апрелю толщина льда достигает 53-85 см. Наименьшая толщина льда приходится на озеро Бурабай, что объясняется более теплым локальным климатом в регионе национального парка. В 2020 г. вскрытие озер началось в первых числах апреля. В таблице 4 приведена характеристика толщины льда.

Таблица 4 – Толщина льда в озерах в зимний период 2019-2020 гг.

Озеро	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Катарколь	44	50	75	75	80
Жукей	52	57	75	82	85
Шортан	31	56	68	75	73
Киши Шабакты	41	54	68	56	66
Улькен Шабакты	46	56	75	75	65
Бурабай	42	50	56	63	53

Используя формулу Тюрка, по данным наблюдений за температурой воздуха на метеостанциях Бурабай и Щучинск была рассчитана величина испарения с водной поверхности данных озер (таблица 5), которая показала, что в районе озер Бурабай и Улькен Шабакты величина испарения за 2019 год была меньше на 100 мм относительно среднего многолетнего значения. В 2020 году испарение превышало среднюю многолетнюю величину на 107 мм. В районе озера Шортан величина испарения в 2019 году была меньше средней многолетней на 185 мм, а в 2020 году была больше средней многолетней на 97 мм.

Таблица 5 – Испарение с водной поверхности озер по формуле Тюрка, мм

Метеостанция	Среднее	2019 г.	2020 г.
Бурабай	755	655	862
Щучинск	735	550	832

Обсуждение:

1. Во всех озерах, за исключением озера Бурабай, наблюдается общая тенденция к снижению уровней воды к концу 2020 года. В 2020 году уровни воды в озерах к периоду ледостава установились на 15-35 см ниже минимальных уровней, определенных в 2019 году. В озере Бурабай уровни были в интервале уровней, наблюдаемых в многолетнем ряду.

2. В 2019 году создались благоприятные климатические условия для пополнения озер:

осадки гидрологического года были выше среднемноголетней величины на 18,8 % в районе метеостанции Бурабай и на 33,4 % в районе метеостанции Щучинск;

в районе Щучинска годовая температура воздуха была значительно ниже (+0,6 °С) среднемноголетней температуры (+1,9 °С), в районе Борового годовая температура воздуха была близка к среднемноголетней температуре;

эффективные осадки зимнего периода, создающие половодье и практически полностью поступающие в озера с водосборных бассейнов, в районе Щучинска были на 41,7 % выше (110,8 мм) среднемноголетних значений (78,2 мм), в районе Борового близки к среднемноголетним значениям;

аномально высокие величины атмосферных осадков в сентябре на всей площади ГНПП при низких температурах теплого летнего периода значительно ниже среднемноголетних (прохладное лето), влияющих на величину испарения влаги с водной поверхности, отразились на повышении уровней воды во всех озерах в осенний период года.

3. В 2020 году создались климатические условия, не благоприятные для водного баланса озер:

осадки гидрологического года в Боровом и Щучинске были ниже среднемноголетних значений;

годовая температура воздуха была выше среднемноголетних значений в Щучинске в 2,2 раза (+4,2 °С против +1,9 °С) и в Боровом в 1,7 раза (+5,1 °С против +2,83 °С);

температура теплого периода в Боровом и Щучинске на 1,2-1,3 °С выше среднемноголетних значений температуры теплого периода, что ведет к более высокому испарению влаги с водной поверхности озер;

летние осадки не оказали влияния на уровеньный режим озер.

4. Снижение уровней воды в озерах в целом привело к повышению минерализации воды в них к концу 2020 года.

Заключение. Основным фактором, влияющим на водный баланс озер ГНПП «Бурабай», является сочетание величин атмосферных осадков и температуры воздуха как в годовом разрезе, так и за летний период.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Беклемишев Н.Д. Курорт Боровое. – Алма-Ата, 1958. – 160 с.
 [2] Пятов Е.А. Озера Щучинско-Боровской курортной зоны – синдром Аральского моря // Водные ресурсы и водопользование. – Астана, 2014. – № 6(125). – С. 41-48.
 [3] Пятова Г.А., Акиянова Ф.Ж., Пятов Е.А. Гидрогеологические условия Щучинско-Боровской курортной зоны и влияние изменения климата на режим подземных вод // Матер. международной науч.-практ. конф. к 20-летию создания Государственного национального природного парка «Бурабай», «Инновации в сохранении и устойчивом развитии лесных экосистем». – Бурабай, 2020. – С. 191-195.
 [4] Единая система классификации качества воды в водных объектах. Утверждена приказом председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151.
 [5] Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов. Утверждены приказом министра национальной экономики Республики Казахстан 16 марта 2015 года № 209.

REFERENCES

- [1] Beklemishev N.D. Kurort Borovoe. Alma-Ata, 1958. 160 p. (in Russ.).
- [2] Pyatov E.A. Oзера Shchuchinsko-Borovskoi kurortnoi zony – sindrom Aral'skogo morya // Vodnye resursy i vodopol'zovanie. Astana, 2014. № 6(125). P. 41-48 (in Russ.).
- [3] Pyatova G.A., Akiyanova F.Zh., Pyatov E.A. Gidrogeologicheskie usloviya Shchuchinsko-Borovskoi kurortnoi zony i vliyanie izmeneniya klimata na rezhim podzemnykh vod // Mater. mezhdunarodnoi nauch.-prakt. konf. k 20-letiyu sozdaniya Gosudarstvennogo natsional'nogo prirodnogo parka «Burabai», «Innovatsii v sokhraneniі i ustoichivom razvitii lesnykh ekosistem». Burabai, 2020. P. 191-195 (in Russ.).
- [4] Edinaya sistema klassifikatsii kachestva vody v vodnykh ob'ektakh. Utverzhdena prikazom predsedatelya Komiteta po vodnym resursam Ministerstva sel'skogo khozyaistva Respubliki Kazakhstan ot 9 noyabrya 2016 goda № 151.
- [5] Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya khozyaistvenno-pit'evykh tselei, khozyaistvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob'ektov. Utverzhdeny prikazom ministra natsional'noi ekonomiki Respubliki Kazakhstan 16 marta 2015 goda № 209.

Е. В. Архипов¹, Г. А. Пятова², **Е. А. Пятов³**

¹Аға ғылыми қызметкер, а-ш. ғ. к. (ҚРП ІБ «Бурабай» МҰТП, Бурабай, Қазақстан)

²Кіші ғылыми қызметкер (ҚРП ІБ «Бурабай» МҰТП, Бурабай, Қазақстан)

³ҚР миниралдық ресурстары академиясы (Алматы, Қазақстан)

2019-2020 ЖЫЛДАРҒА АРНАЛҒАН «БУРАБАЙ» МҰТП (МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІ) КӨЛДЕРІНДЕ ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУЛАРДЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ ТУРАЛЫ

Аннотация. «Бурабай» МҰТП көлдерінің рекреациялық маңызы зор және Қазақстанда туризмді дамытуда жетекші рөл атқарады. Соңғы онжылдықтарда көлдердің кебу үрдісі байқалады, сондықтан көлдердің гидрологиялық режиміне үнемі бақылау жүргізу өзекті міндет болып табылады. Ұлттық парктің ең ірі көлдерінде құрылған гидрологиялық бекеттердегі бақылау нәтижелері келтірілген. Атмосфералық жауын-шашын мен ауа температурасына байланысты көлдердегі су деңгейінің төмендеуі байқалады.

Түйін сөздер: су деңгейі, минералдану, тотығу-тотықсыздану әлеуеті, электр өткізгіштігі, климат, гидрологиялық бекет.

Ye. V. Arkhipov¹, G. A. Pyatova², **Ye. A. Pyatov³**

¹Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences (SNNP "Burabay" UDP RK, Burabay, Kazakhstan)

²Junior researcher (SNNP "Burabay" UDP RK, Burabay, Kazakhstan)

³Academy of Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan)

ON THE RESULTS OF HYDROLOGICAL OBSERVATIONS ON THE LAKES OF THE SNNP (State National Natural Park) «BURABAY» FOR 2019-2020

Abstract. The Burabay lakes are of great recreational importance and play a leading role in the development of tourism in Kazakhstan. In recent decades, there has been a trend of drying up of lakes, so regular observations of the hydrological regime of lakes is an urgent task. The article presents the results of observations at hydrological posts established on the largest lakes of the national park. There is a widespread decrease in water levels in the lakes, depending on the amount of precipitation and air temperature.

Keywords: lake, water level, mineralization, redox potential, electrical conductivity, climate, hydrological post.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-12-18.08>

УДК 504.47

Д. Д. Арыстамбекова¹, А. М. Сайлаубек²

¹PhD, аға оқытушы (Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

²Магистр, кіші ғылыми қызметкер (География және су қауіпсіздігі институты, Алматы, Қазақстан)

ЖАЙЫҚ АЛАБЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ КӨПЖЫЛДЫҚ МҰЗДЫҚ РЕЖИМІНІҢ ӨЗГЕРІСІН БАҒАЛАУ

Аннотация. Климаттың өзгеруі жағдайында Жайық өзені алабының өзендеріндегі мұз құбылыстарының пайда болу және мұздан тазару мерзімдерінің көпжылдық өзгерісі қарастырылды. Көпжылдық мұздық режимді және метеорологиялық параметрлерді бағалау үшін екі кезең таңдалып алынды: бақылау жүргізілген уақыттан бастап 1973 жылға дейін және 1974-2019 жж. (1970 жылдардан кейінгі қарқынды климаттық жылынуға байланысты). Жайық өзені алабындағы мұз құбылыстарын ауа температурасымен салыстырмалы талдау нәтижесі ауа температурасының өсу тенденциясы айқын байқалғандығын көрсетті, осыған байланысты өзендерде мұз түзілімдерінің ұзақтығы мен пайда болу күні кеш мерзімге ығысып, мұздан тазару уақыты ерте аяқталғандығы байқалады. Статистикалық әдістерді пайдалана отырып, 1974-2019 жылғы кезең мен стационарлық-климаттық жағдай (бақылау басталғаннан 1973 жж. дейін) кезеңін салыстыра отырып, мұздық режимнің қарастырылып отырған сипаттамаларының өзгерісіне баға берілді.

Түйін сөздер: Жайық өзені, ауа температурасы, мұз түзілімдері, мұздық режимі, мұз қату.

Кіріспе. Қазақстан өзендерінің мұздық режимін зерттеу – еліміздің географиялық орны мен климаттық жағдайларының ерекшеліктеріне байланысты маңызды ғылыми-тәжірибелік міндет болып табылады. Өзендердің мұздық режимінің өзгеруін бағалау қысқы кезеңде гидротехникалық құрылыс, навигация жағдайлары, өткелдерді ұйымдастыру, ГЭС жоғарғы және төменгі бьефтеріндегі булану, тұман, аяз және т.б. сияқты қолайсыз метеорологиялық құбылыстар үшін сөзсіз өзектілік пен маңыздылыққа ие. Мұздық режимді бағаламай су объектілерін пайдалануды оңтайландыру мүмкін емес, әсіресе мұз құбылыстары шаруашылық қызметтің бір түрін ынталандырып екінші түрін шектеу жағдайында [1].

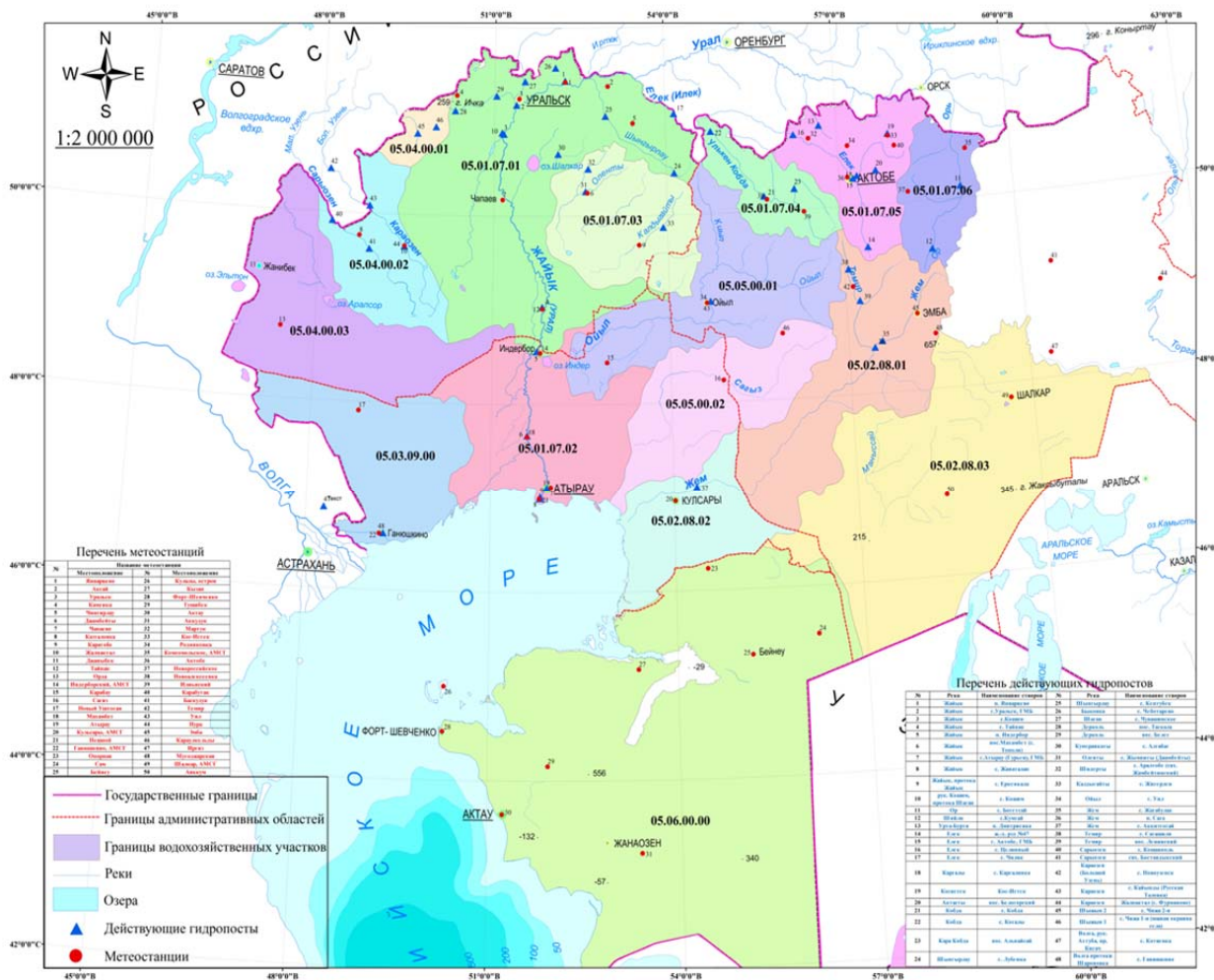
Жайық (Орал) өзені – Еуропаның Еділ мен Дунайдан кейінгі үшінші су жолы. Ресей Федерациясы (РФ) және Қазақстан Республикасының (ҚР) аумағы бойынша ағып өтетін трансшекаралық су объектілері санатына жатады, оның жалпы ұзындығы 2428 км құрайды, Қазақстан аумағында – шамамен 1100 км [2].

Мұздық режимнің сипаты көптеген факторларға байланысты, олардың ішінде ең маңыздысы - климаттық жағдайлар, өзендердің сулылығы, жер асты суларының мөлшері, ағыс жылдамдығы және т.б. Мұздық режимдегі заманауи өзгерістер негізінен өзгермелі климаттық жағдайлардың әсерінен болады [3]. Жайық алабының өзендері үшін антропогендік әсердің әртүрлі түрлері ерекше өзектілікке ие. Бұл жұмыста Жайық алабындағы өзендердің көпжылдық мұздық режимі мен оның қазіргі климаттық жағдайдағы өзгеруі қарастырылады.

1948 жылдан 2019 жылға дейінгі аралықтағы 14 гидрологиялық бекеттердің деректер қатары негізге алынды. Мұздық режимнің сипаттамаларының өзгеруін зерттеу кезінде екі кезең қарастырылды: 1948-1973 және 1974-2019 жж. Кезеңдер өзен ағынының өзгеруінің есептеулері бойынша Смағұлов Ж.Ж., Баспакова Г.Р. [4] еңбектерінен, сонымен қатар өзен ағынының өзгеруін зерттеуге қатысқан басқада ғалымдардың есептеулері бойынша анықталды.

Зерттеліп отырған аумақ бойынша жұмыс істеп тұрған гидробекеттер мен метеостанциялардың карта-схемасы төменде көрсетілген (1-сурет).

Қолданылған деректер мен әдістер. Бастапқы ақпарат ретінде ұзақ мерзімді бақылау қатарларының мұздық режимінің негізгі сипаттамалары – мұз қату ұзақтығы және мұз құбылыстарының басталу және аяқталу мерзімдері, сондай-ақ метеорологиялық сипаттамалар (ауа температурасы ⁰С) гидрологиялық жылнамалар мен ұзақ мерзімді кадастрлық жалпылау деректерінен және «Қазгидромет» РМК желісінен алынды [5-7]. Су айдынында күзде жылжымайтын мұз пайда болған күннен бастап көктемде мұздың жылжуы басталғанға дейінгі кезең қату ұзақтығы деп түсініледі.



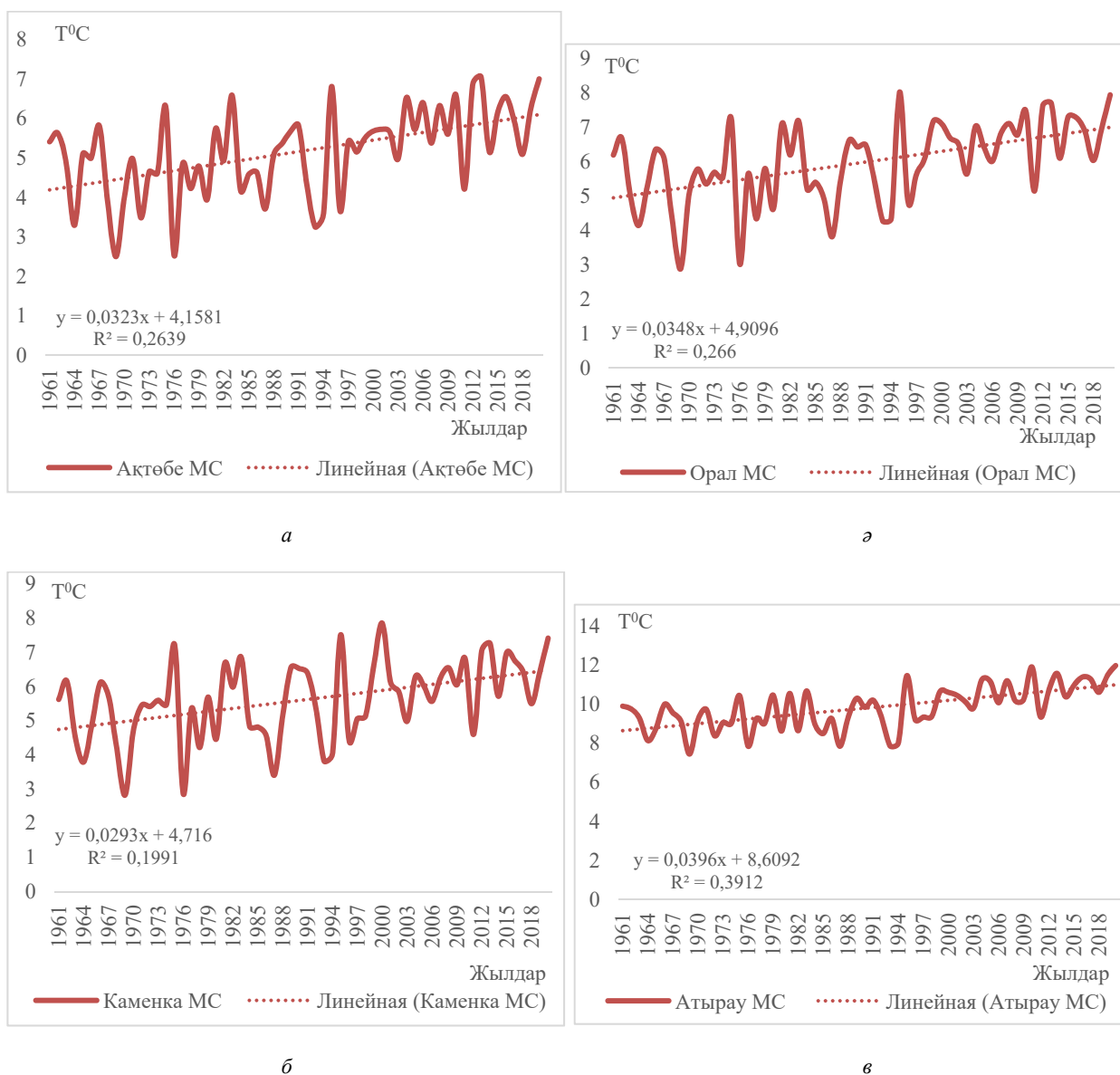
1-сурет – Жайық-Каспий су шаруашылық алабындағы метеостанциялар мен жұмыс істейтін гидробекеттердің карта-схемасы

Өзендердегі зерттеу пункттерін таңдау кезінде бақылаулар, әдетте, кемінде 55-60 жылды құрайтын және бақылау деректері толық қатарлар таңдалып алынды. Алайда, бірқатар өзендерде мұз қату ұзақтығы үшін пайдаланылған көпжылдық деректер кейбір бекеттер бойынша қысқа қатарды құрады (1998-2019 жж.).

Өзендегі мұздың пайда болуының негізгі факторларының бірі - су температурасының нөл градусқа дейін төмендеуі болып табылады. Өзендегі алғашқы мұз түзілу күні ретінде бастапқы кристалдардың пайда болуымен қатар қабыршық мұз, аңжыр жүруі және т.б. құбылыстардың қалыптасу жиынтығынан алынады [8]. Жайық өзенінде мұздың алғашқы түрлерінің пайда болуының алдында судың салқындауы орын алып, ол бір мезгілде және оның барлық ұзындығы бойынша біркелкі басталмайды. Мұздың пайда болу уақытының ығысуы салқын кезеңдегі ауа температурасымен және су режимінің өзгеруімен анықталады.

Жалпы, Жайық өзені алабы бойынша таңдалып алынған гидробекеттерге жақын орналасқан 8 метеостанцияда ауа температурасының орташаланған көпжылдық жүрісі сипатталып, уақыт бойымен өзгергіштігі мен мұздық режимге әсері бағаланды (2-сурет).

Солтүстіктен оңтүстікке қарай аумақтың үлкен көлеміне байланысты ауа температурасының қалыптасу жағдайы айтарлықтай ерекшеленеді. Ауаның жылдық орташа температурасы қарастырылып отырған аумақтың солтүстік-шығысында 2,8 °C-тан оңтүстігінде 12 °C-қа дейін ауытқиды (1-кесте). Ауа температурасының жыл сайынғы ағымы қыста тұрақты аяздармен, қысқа мерзімде жылудың қарқынды өсуімен және жаздың ыстық болуымен сипатталады [9].



2-сурет – Жайық өзені алабының метеостанцияларындағы ауа температурасының ($^{\circ}\text{C}$) орташа көпжылдық 1961-2020 жж. жүрісі:
 а – Ақтөбе МС, б – Орал МС, в – Каменка МС, г – Атырау МС

2-сурет бойынша, барлық метеостанцияларда температура мәнінің жоғарылағанын, трендтің оң мәнге ие болғанын сипаттайды. Ақтөбе, Орал, Каменка метеостанцияларында ауа температурасының орташа жылдық мәні соңғы кезеңде $1-1,5^{\circ}\text{C}$ -қа өскені байқалады (1-кесте). Жаһандық климаттың жылынуы алап бойынша температура мәндерінің жоғарлауымен көрінуде, құрғақ жылдар санының оңтүстік аумақта 75% өсуі өзендердегі мұздық құбылыстардың қысқаруына және басталу күндерінің ығысуына айтарлықтай әсер етеді.

Мұз түзілімдерінің пайда болу күні мен түсу күні екі кезеңге қарастырылды: 1948-1973 жж., 1974-2019 жж. 2-кестеде гидрологиялық бекеттерде алғашқы мұз құбылыстарының пайда болуының ерте және кеш күндері және мұздық құбылыстардың ұзақтығы көрсетілген.

1-кесте – Жайық өзені алабының орташа айлық және жылдық ауа температурасы, °С

Кезең	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жыл
Ақтөбе, 219 м													
1961-1973	-15,3	-13,9	-6,1	6,6	15,4	19,6	22,3	19,9	13,6	4,3	-2,0	-10,2	4,5
1974-2020	-12,8	-12,5	-5,1	7,3	15,6	21,0	23,0	20,9	14,0	5,4	-3,3	-9,7	5,3
1961-2020	-13,3	-12,8	-5,3	7,2	15,5	20,7	22,8	20,7	13,9	5,2	-3,0	-9,8	5,1
Мартөк, 177 м													
1961-1973	-15,2	-13,9	-5,8	6,7	15,4	19,4	22,2	19,9	13,5	4,3	-1,9	-10,0	4,6
1974-2020	-12,5	-12,4	-5,2	7,2	15,5	20,7	22,7	20,7	14,0	5,3	-3,3	-9,7	5,3
1961-2020	-13,1	-12,7	-5,3	7,0	15,5	20,4	22,6	20,6	13,9	5,1	-3,0	-9,8	5,1
Каменка													
1961-1973	-14,0	-12,9	-5,4	7,0	15,4	19,2	22,0	20,2	13,6	5,0	-1,4	-8,8	5,0
1974-2020	-11,0	-11,1	-4,4	7,3	15,7	20,4	22,5	20,7	14,1	5,6	-2,2	-8,4	5,8
1961-2020	-11,6	-11,5	-4,6	7,3	15,6	20,1	22,4	20,6	14,0	5,5	-2,0	-8,5	5,6
Орал, 35 м													
1961-1973	-14,0	-12,9	-5,0	7,6	15,9	19,6	22,4	20,6	14,0	5,2	-1,2	-8,7	5,3
1974-2020	-10,9	-10,9	-3,8	8,2	16,2	20,7	22,8	21,0	14,6	6,1	-1,9	-8,2	6,2
1961-2020	-11,5	-11,3	-4,1	8,0	16,1	20,5	22,7	20,9	14,5	5,9	-1,8	-8,3	6,0
Шыңғырлау, 103 м													
1961-1973	-14,5	-13,2	-5,5	7,4	15,9	19,6	22,6	20,7	14,1	5,0	-1,5	-9,3	5,1
1974-2020	-11,8	-11,7	-4,5	7,9	16,1	21,0	23,2	21,2	14,7	6,0	-2,6	-8,9	5,9
1961-2020	-12,4	-12,0	-4,7	7,8	16,1	20,7	23,1	21,1	14,5	5,7	-2,4	-9,0	5,7
Январцево													
1961-1973	-14,2	-13,3	-5,2	7,5	15,9	19,4	22,1	20,2	13,9	5,1	-1,3	-9,1	5,1
1974-2020	-11,3	-11,3	-4,2	8,0	16,2	20,7	22,7	20,7	14,3	6,0	-2,1	-8,5	5,9
1961-2020	-11,9	-11,7	-4,4	7,8	16,1	20,4	22,6	20,6	14,2	5,8	-2,0	-8,6	5,8
Атырау, -24 м													
1961-1973	-9,4	-7,4	0,1	10,8	19,3	23,3	25,9	23,9	17,0	8,4	2,0	-4,6	9,1
1974-2020	-6,8	-6,6	1,2	11,5	19,2	24,7	27,1	25,1	18,2	9,4	1,4	-4,2	10,0
1961-2020	-7,4	-6,7	0,9	11,4	19,2	24,4	26,8	24,8	17,9	9,2	1,5	-4,3	9,8
Махамбет, -18 м													
1971-2020	-8,3	-8,0	0,1	10,9	18,7	24,2	26,5	24,4	17,3	8,5	0,6	-5,1	9,2

2-кесте – Жайық өзені алабындағы мұз түзілімдерінің ұзақтығы мен ең ерте және ең кеш байқалған күндері

№	Өзен – бекет	Кезең, жж.	Мұз түзілімдерінің ұзақтығы	Ең ерте байқалған мұз құбылысы	Ең кеш байқалған мұз құбылысы
11	Шаған ө. – Каменный а.	1948-1973	(I)/11-(II)/04	01.11.1953	19.04.1964
		1974-2019	(III)/10-(II)/04	16.10.1976	15.04.1999
22	Деркөл ө. – Белес а.	1948-1973	(I)/11-(II)/04	01.11.1964	19.04.1966
		1974-2019	(I)/11-(II)/04	01.11.2016	14.04.1998
33	Деркөл ө. – Тасқала а.	1999-2019	(I)/11-(II)/04	01.11.2016	14.04.2015
44	Жайық ө. – Махамбет а.	1948-1973	(II)/11-(I)/04	07.11.1953	19.04.1966
		1974-2019	(I)/11-(I)/04	03.11.1975	11.04.1985
55	Жайық ө. – Атырау қ.	1948-1973	(I)/11-(II)/04	07.11.1953	14.04.1954
		1974-2019	(II)/11-(I)/04	02.11.1975	04.04.2003
66	Жайық ө. – Январцево а.	2008-2019	(I)/11-(II)/04	07.11.2011	15.04.2017
77	Жайық ө. – Тайпақ а.	2009-2019	(II)/11-(I)/04	08.11.2011	08.04.2012
88	Елек ө. – Ақтөбе қ.	1948-1973	(I)/11-(I)/04	01.11.1951	21.04.1964
		1974-2019	(I)/11-(I)/04	01.11.2014	11.04.1987
99	Елек ө. – Целинный а.	2002-2019	(I)/11-(I)/04	04.11.2003	15.04.2005
110	Қобда ө. – Қобда а.	1948-1973	(I)/11-(II)/04	01.11.1966	20.04.1969
		1974-2019	(II)/11-(I)/04	02.11.1975	04.04.2003
111	Шыңғырлау ө. – Кентүбек а.	1948-1973	(I)/11-(II)/04	01.11.1963	17.04.1958
		1974-2019	(I)/11-(I)/04	11.10.1976	17.04.2015
112	Шыңғырлау ө. – Лубенка а.	1948-1973	(I)/11-(II)/04	01.11.1966	20.04.1979
		1974-2019	(I)/11-(II)/04	26.10.1979	20.04.1992
113	Қарғалы ө. – Каргалинка а.	1974-2019	(I)/11-(II)/04	16.10.1996	15.04.1998
114	Бөрте ө. – Дмитриевка	1974-2019	(I)/11-(I)/04	01.11.2014	18.04.2003

2-кестеден Жайық өзенінде мұз құбылыстарының қалыптасу уақытының кеш мерзімдерге ауысқаны көрініс береді. Алаптың жоғарғы аумағында соңғы кезеңде 1974-2019 жж., **Шаған ө. – Каменный а.** бекетінде мұз түзілу процесі қазан айының соңында, содан кейін орталық және оңтүстік аумақтарда - қарашаның бірінші онкүндігінде жүреді. Жайық өзенінің сол жақ салалары **Елек ө. – Ақтөбе қ.** бекеті бойынша мұз құбылыстарының пайда болу сипаты тұрақты, оң салалары **Деркөл ө. – Белес а., Деркөл ө. – Тасқала а.** бойынша мұз түзілу процесі барлық кезеңдерде қарашаның басында басталып, сәуірдің екінші жартысына дейін жалғасады және айтарлықтай өзгерістер байқалмайды. **Шыңғырлау ө. – Кентүбек а.** бекетінде соңғы кезеңде мұз түзілімдерінің еруі 10 күн ерте байқалған, ал **Хобда ө. – Қобда а.** гидробекетінде мұз құбылыстарының көрініс беруі 10 күнге кеш байқалып, ұзақтығы қысқарды.

Бақылау деректерін талдау көрсеткендей, мұздық құбылыстардың пайда болу күндері соңғы кезеңде қарашаның екінші онкүндігіне **Хобда ө. – Қобда а., Жайық ө. – Атырау қ.** гидробекеттерінде кеш мерзімге ауысты.

Екі кезеңді салыстыра отырып, мынадай қорытындыға келуге болады: заманауи климаттық жағдайларда Жайық өзенінде мұз құбылыстарының қалыптасуы орта есеппен қарашаның 2-жартысына келеді, ал мұз түзілімдерінің еруі сәуірдің 2-жартысына дейін аяқталады. Мұз түзілімдерінің ұзақтығы қысқарғанын және пайда болу күндері кешірек мерзімге ауысқанын атап өту маңызды. Өзеннің мұздық режимінің өзгеруіне климаттың өзгеруі мен антропогендік фактор айтарлықтай әсер етеді.

Қорытынды. Мақалада қарастырылған жұмыстарды қорытындылай келе, Жайық өзені алабындағы зерттеліп отырған өзендердегі мұздық режимнің ерекшеліктерін бағалау төмендегі нәтижелерді көрсетті:

соңғы жылдары мұз қату кезеңінде мұздың пайда болу мерзімдерінің ығысуы және мұз қату мерзімдерінің неғұрлым кеш байқалуы орын алуда;

Жайық өзеніндегі алғашқы мұз құбылыстары орта есеппен қарашаның екінші онкүндігінде пайда болады;

қазіргі климаттық жағдайларда мұз қату мерзімі орта есеппен қараша айының соңында – желтоқсанның бірінші бес күндігінде байқалуда;

мұз қату кезеңінің орташа ұзақтығы орта есеппен 9...11 күнді құрайды, 1950-60 жылдармен салыстырғанда 1...3 күнге көбірек;

өзендердің мұздан тазару уақыты ерте байқалып, орташа есеппен сәуір айының бірінші жартысында көрініс береді;

барлық метеостанцияларда температура мәнінің жоғарылағанын, трендтің оң мәнге ие болғанын байқаймыз. Ақтөбе, Орал, Каменка метеостанцияларында ауа температурасының орташа жылдық мәні соңғы кезеңде 1-1,5⁰С-қа өскені байқалады. Жаһандық климаттың жылынуы алап бойынша температура мәндерінің жоғарлауымен көрінуде, бұл өз кезегінде мұздық құбылыстардың ұзақтығының қысқаруына, басталу және аяқталу күндерінің ығысуына айтарлықтай әсер етеді.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вуглинский В.С. Оценка изменений характеристик ледового режима водных объектов для различных регионов страны в современных климатических условиях // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2014. – Сер. 7, вып. 3. – С. 32-45.
- [2] Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. – Екатеринбург: Изд-во «СВ-96», 2008. – 310 с.
- [3] Агафонова С.А., Айбулатов Д.Н., Фролова Н.Л., Козлов Д.В. Современное изменение ледового режима рек бассейна Волги // Гидравлика, гидрология, водные ресурсы. – 2014. – Вып. 3. – 16 с.
- [4] Смагулов Ж.Ж., Баспакова Г.Р. Внутригодовые изменения стока реки Жайык и его основных притоков // География и водные ресурсы. – 2021. – Вып. 3. – С. 38-42.
- [5] Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 12, вып. 2. – 208 с.
- [6] Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны Урала (среднее и нижнее течение) и Эмбы. Бассейны Урала и Эмбы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – Т. 5, вып. 2. – 224 с.
- [7] Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Реки и каналы. Бассейны рек Урал (среднее и нижнее течение) и Эмба (1991-2000 гг.). – Алматы, 2004. – Кн. 1, часть 1, вып. 1. – 210 с.
- [8] Агафонова С.А., Фролова Н.Л., Василенко А.Н., Широкова В.А. Ледовый режим и опасные гидрологические явления на реках Арктической зоны европейской территории России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2016. – № 67. – С. 41-497.
- [9] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока Казахстана. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под научн. ред. Р. И. Гальперина. – Алматы, 2012. – Т. VII, кн. 1. – 684 с.

REFERENCES

- [1] Vuglinsky V.S. Assessment of changes in the characteristics of the ice regime of water bodies for various regions of the country in modern climatic conditions // Bulletin of St. Petersburg University. 2014. Ser.7., Issue 3. P. 32-45 (in Russ.).
- [2] Chibilev A.A. Ural basin: history, geography, ecology. Yekaterinburg: Publishing house "SV-96", 2008. 310 p. (in Russ.).
- [3] Agafonova S.A., Aybulatov D.N., Frolova N.L., Kozlov D.V. Modern change in the ice regime of the rivers of the Volga basin // Hydraulics, hydrology, water resources. 2014. Issue 3. 16 p. (in Russ.).
- [4] Smagulov Zh.Zh., Baspakova G.R. Intra-annual changes in the flow of the Zhaiyk river and its main tributaries // Geography and water resources. 2021. Issue 3. P. 38-42 (in Russ.).
- [5] Surface water resources of the USSR. The main hydrological characteristics. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Ural-Embinsky district. L.: Hydrometeoizdat, 1966. Vol.12, Issue 2. 208 p. (in Russ.).
- [6] Long-term data on the regime and resources of land surface waters. Kazakh SSR. The basins of the Urals (middle and lower reaches) and Emba. Basins of the Urals and Emba. L.: Hydrometeoizdat, 1984. Vol. 5. Issue 2. 224 p. (in Russ.).
- [7] State Water Cadastre. Long-term data on the regime and resources of land surface water. Rivers and canals. Basins of the Ural rivers (middle and lower reaches) and Emba (1991-2000). Almaty, 2004. Book 1, part 1, Issue 1. 210 p. (in Russ.).
- [8] Agafonova S.A., Frolova N.L., Vasilenko A.N., Shirokova V.A. Ice regime and dangerous hydrological phenomena on the rivers of the Arctic zone of the European territory of Russia // Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography. 2016. № 67. P. 41-497 (in Russ.).
- [9] Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Resources of the river flow of Kazakhstan. Renewable resources of surface waters of Western, Northern, Central and Eastern Kazakhstan / Edited by R. I. Galperin. Almaty, 2012. Vol. VII. Book. 1. 684 p. (in Russ.).

Д. Д. Арыстамбекова¹, А. М. Сайлаубек²

¹PhD, старший преподаватель (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

²Магистр, младший научный сотрудник (Институт географии и водной безопасности, Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕГО ЛЕДОВОГО РЕЖИМА БАССЕЙНА РЕКИ ЖАЙЫК

Аннотация. Рассматривается изменение сроков появления ледовых явлений в бассейне р. Жайык (Урал), связанное с антропогенной деятельностью и изменением климата. Для оценки многолетнего ледового режима (динамики ледовых явлений) и метеорологических параметров были выделены два периода: до 1973 года и 1974-2019 гг. в связи с интенсивным потеплением климата после 1970-х годов. Сравнительный анализ ледовых явлений бассейна реки Жайык с метеорологическими характеристиками (температура воздуха) показал, что тренд атмосферных осадков имеет тенденцию к небольшому уменьшению и ярко выражена тенденция роста температуры воздуха. В связи с этим дата появления ледовых образований сдвинулась на более позднее сроки, а продолжительность их существования сократилась. Приведены оценки изменений рассматриваемых характеристик ледового режима бассейна реки Жайык за 1974-2019 гг. по сравнению с периодом условно стационарной климатической ситуации (с начала наблюдений по 1973 г.) с использованием статистических методов.

Ключевые слова: р. Жайык, атмосферные осадки, температура воздуха, ледовые образования, ледовый режим, ледостав.

D. D. Arystambekova¹, A.M. Sailaubek²

¹PhD, Senior Lecturer (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

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

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE LONG-TERM ICE REGIME OF THE ZHAIYK RIVER BASIN

Abstract. This study examines the change in the timing of the appearance of ice phenomena in the basin of the Zhaiyk river associated with anthropogenic activity and climate change. To assess the long-term ice regime (dynamics of ice phenomena) and meteorological parameters, two periods were identified: before 1973 and 1974-2019 due to intense climate warming after the 1970s. A comparative analysis of the ice phenomena of the Zhaiyk river basin with meteorological indicators (air temperature) showed that the trend of precipitation tends to decrease slightly and there is a pronounced tendency to increase air temperature, in connection with this, the duration and date of the appearance of ice formations decreased for a later time. Estimates of changes in the considered characteristics of the ice regime of the Zhaiyk River basin for the period 1974-2019 are given. compared with the period of the conditionally stationary climatic situation (from the beginning of observations to 1973) using statistical methods.

Keywords: r. Zhaiyk, atmospheric precipitation, air temperature, ice formations, ice regime, freeze-up.

Геоморфология және экзогендік үрдістер

Геоморфология и экзогенные процессы

Geomorphology and exogenous processes

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-19-27.09>

УДК 551.3/796.5

С. А. Тарихазер

К.г.н., доцент, ведущий научный сотрудник
(Институт географии им. ак. Г. А. Алиева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан)

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ГОБУСТАН» В ЦЕЛЯХ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. Анализируются оползневые процессы с учетом интенсивного расширения туристско-рекреационной деятельности в национальном заповеднике «Гобустан», расположенном в юго-восточной части Большого Кавказа. Важность проблемы состоит в том, что на территории Гобустана намечается создание национального геопарка международного значения.

На основе собственных полевых экологических, геолого-геоморфологических исследований, фондового и картографического материала, а также с использованием аэрокосмических снимков (АКС) 1996, 2000-2020 гг. масштаба 1:60 000 установлено, что за истекшие 50 лет площадь территории Гобустана, подвергающаяся оползневому процессам, выросла в 1,5-2 раза. Полученные данные позволили составить карту районирования Большого Кавказа М 1:1 000 000 по оползневой опасности (в баллах), которая объективно отображает количественные и качественные характеристики оползневых процессов. Результаты исследований позволят использовать полученные данные для разработки программы безопасного и устойчивого функционирования и освоения в целях рекреационно-туристического развития геосистем Азербайджана.

Ключевые слова: национальный заповедник «Гобустан», оползневые процессы, опасность, дистанционное зондирование, туристско-рекреационная деятельность.

Введение. В последние десятилетия одной из динамично развивающихся сфер экономики в Азербайджане является туристско-рекреационная отрасль. Реализация туристско-рекреационной деятельности в национальном заповеднике требует научного объяснения «с учетом оценки определенной территории для пригодности каких-либо видов туризма и рекреации» [1].

Заповедник «Гобустан» не случайно был выбран в качестве объекта исследования. Актуальность работы заключается в том, что на территории Гобустана планируется создание национального геопарка международного значения. Главным постулатом образования геопарка является «предоставление вероятности сохранения и рекламирования геолого-геоморфологической важности данных зон в интересах просвещения, культуры и науки вместе с их применением в роли постоянного экономического ресурса, к примеру с помощью формирования ответственного туризма» (Устав международной программы по геонаукам и геопаркам. http://geomem.ru/geoparks/GEOPARKS-PROGRAMME_rus.htm).

Гобустан, занимая юго-восточное погружение Большого Кавказа, представляет часть одноименной геосинклинальной складчатой области. Геоморфологическое многообразие его природы представлено удивительными геолого-геоморфологическими формами рельефа (столовые горы Беюкдаш и Кичикдаш, Джингирдаг, Шыхгая, Шонгардаг, холм Язылы; грязевые вулканы Шихзеирли, Пирикишкюль, Чеильдаг, Готурдаг, Дашгиль, Торагай, Айрантекян, Беюк Кянизадаг, Агзыбир, Гяляндарахтарма, Бахар), которые позволяют отнести их к числу геологических

памятников Азербайджана, включенных в реестр памятников Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО [2].

Гобустан – край оврагов и балок, изрезанный многочисленными руслами пересохших рек. Абсолютная высота – г. Гиджаки (1047 м). Складчатые структуры состоят из песчано-глинистых пород, мергелей и известняков. Гобустан, небольшой по площади район Большого Кавказа, выделяется преобладающим развитием процессов субаридного современного геоморфогенеза. Здесь происходит резкое снижение горных хребтов, которые, однако, сохраняют господствующее субширотное кавказское направление. Многие хребты и горные массивы имеют уплощенные вершины (поверхности выравнивания) – Джанги, Ильхидаг, Заардаг и др.

Из опасных геоморфологических процессов (ОГП) в Гобустане доминируют эрозионные и оползневые. Среди эрозионных процессов широко развиты овраги и балки, образующие здесь неповторимый овражно-балочный рельеф. Формирование и проявление оползневых процессов связано с распространением склонового типа местности. Следовательно, эти процессы являются одними из важных факторов неблагоприятного экогеоморфологического состояния территории Гобустана. Анализ ОГП, а именно оползневых, выступает необходимым элементом научных исследований [3, 4], что дает возможность оценивать геолого-геоморфологические туристско-рекреационные ресурсы Гобустана.

Постановка проблемы. На фоне пандемии коронавируса COVID-19 возрос интерес к внутреннему туризму, который вызвал широкое посещение туристами исключительно охраняемых природных территорий, а конкретно тех, которые расположены рядом с курортной зоной и крупными городскими агломерациями. Это в свою очередь ведет к вероятности образования противостояния между природоохранной деятельностью зон, подчиненных Министерству экологии, и рекреационной деятельностью сфер туризма.

В представленной статье оцениваются перспективы развития рекреации в Гобустанском национальном заповеднике на основе геолого-геоморфологического анализа.

Методика исследований. Важной темой изучения служит крупномасштабное экогеоморфологическое картирование для регионального уровня на примере азербайджанской части Большого Кавказа с целью оценки вероятной оползневой опасности на территории заповедника «Гобустан» в целях туристско-рекреационной деятельности. Основой для статьи послужили полевые экологические и геолого-геоморфологические исследования оползневых процессов с использованием крупномасштабных карт (М 1:100 000) и дешифрирования цветных аэрокосмических снимков (АКС) 1996 и 2000-2020 гг. масштаба 1:60 000.

Результаты исследований. Основные черты современного геоморфогенеза Гобустана определяют: 1) климат полупустынь и сухих степей; 2) широкое распространение неоген-четвертичных отложений; 3) безлесность территории; 4) явления грязевого вулканизма. Под влиянием этих факторов образуются своеобразные черты интенсивно расчлененного аридно-эрозионного рельефа. Для Гобустана типична ортогональная сетка крупных разломов – пересечение разломов северо-западного (субширотного) и северо-восточного (субмеридионального) простираний.

Весь период геотектонического развития Большого Кавказа, особенно при последнем неотектоническом этапе усиления горизонтальных и вертикальных подвижек (т.е. с миоцена), геоморфоструктуры являлись господствующим фактором, определяющих тенденции развития процессов экзоморфогенеза. Наиболее отчетливо выраженные морфоструктуры юго-восточной части Большого Кавказа составляют облик рельефа Гобустана, который отличается большим разнообразием как в морфологическом, так и в генетическом плане.

Гобустан характеризуется прямым тектоническим рельефом, где антиклинальным складкам соответствуют хребты и гряды с абсолютными высотами до 800-1100 м, а синклиналим – котловины и долины. В юго-восточной части Гобустана благодаря литоструктурным особенностям развит инверсионный рельеф. Аридно-денудационные процессы и созданные ими формы рельефа (бедленд, глинистый карст, суффозионные котловины) широко развиты.

Наиболее северная часть Гобустана (к северу от р. Сумгаитчай) характеризуется интенсивно расчлененным и выработанным рельефом. В рельефе преобладают синклиналиные плато и возвышенности (Шахандаг, Маяш), а также моноклиналиные хребты и гряды (Сияки, Гиблядаг и др.). Прямой тектонический рельеф сохранился значительно меньше (Тува, Нефтик и др.) [5].

На южных склонах ряда положительных морфоструктур (Шахандаг, Тува, Сяйки и др.) широко развит бедленд. Грязевулканическая деятельность ограничивается наличием небольших пассивно действующих грифонов. Южнее долины р. Сумгайтчай в субширотном направлении простирается Шайблар-Учтепинская зона с прямым, но сильно измененным тектоническим рельефом. Зона состоит из двух параллельно вытянутых линий антиклинальных и моноклиналильных возвышенностей, гряд, хребтов: 1) Шайблар-Кайбларский моноклиналиный хребет, антиклинальные увалы Талыджа, Достыбозы; 2) Атыльская антиклинальная гряда, возвышенности Сунгур, Боян-Ата. На юго-восточном их продолжении расположены Коунская и Кясмали-Учтепинская моноклиналиные гряды. На западе зона находится на абсолютных высотах 1000-1100 м, в восточном направлении ступенчато опускаясь до 250 м. Указанные морфоструктуры сложены олигоцен-миоценовыми (на западе) и среднеплиоценовыми (на востоке) песчано-глинистыми отложениями. Миоценовые брекчиевидные известняки и доломиты местами (Шайблар, Кайблар, Атыл) венчают в виде грив водораздельную часть хребтов. Данные морфоструктуры отделяются друг от друга посредством обширных террасированных долин и равнин, которые являются фрагментами позднеплиоцен-раннеплейстоценовых древних долин палео-Джангичая и палео-Чикильчая. На южных склонах хребтов и гряд наблюдаются бедленд и глинистый псевдокарст [6].

Центральную часть Гобустана занимает обширная Джейранкечмеская наложенная синклиналиная депрессия, выполненная мощной толщей средне- и верхнеплиоценовых песчано-глинистых отложений. В юго-восточной части депрессии вся эта толща перекрыта мощными пластами абшеронских известняков. Приосевая часть депрессии представляет собой обширную равнину аллювиально-пролювиального (на северо-западе) и абразионно-аккумулятивного (на юго-востоке) происхождения. Равнинный рельеф местами нарушается брахиантиклинальными увалами, грядами и останцевыми возвышенностями. Склоны их расчленены густой овражной сетью типа бедленд.

В Джейранкечмеской депрессии широко развиты грязевые вулканы (Тоурогай, Большой Кянизядаг, Малый Кянизядаг, Отман-Боздаг и др.), образующие огромные конусы с относительной высотой до 300-350 м.

На юго-западе к Джейранкечмеской депрессии примыкают Алытская гряда и низкогорья. Алытская гряда характеризуется прямым тектоническим рельефом, сложена сильно дислоцированными средне-верхнеплиоценовыми песками, глинами и известняками. Четвертичные отложения слагают морские террасы, врезанные в склоны. Алытская гряда в плане имеет дугообразную форму. Наиболее высоким вершинам Алытской гряды соответствуют конусы грязевых вулканов. Последние выносят на поверхность огромное количество рыхлого материала – грязевулканической брекчии, которая легко поддается эрозии и обуславливает интенсивное расчленение рельефа.

Между Алытской грядой и южной приподнятой частью Маразинского плато (г. Гиджаки) расположены моноклиналиные и антиклинальные гряды и хребты, протягивающиеся в субширотном направлении: Нардаранская, Кечигаинская, Загиртепинская, Умбакинская, Галандартепинская гряды и Хашамадинский хребет. Вершины и гребни их сложены брекчиевидными известняками и доломитами, а также верхнеплиоценовыми песчаниками. Высоты их колеблются от 500 до 700 м и имеют асимметричное строение, с крутыми южными и пологими северными склонами. Своды антиклиналей, которые сложены более податливыми песчано-глинистыми отложениями, в основном размыты. На южных склонах хребтов и гряд широко развиты глинистый псевдокарст и бедленд.

Геолого-геоморфологическая специфика, а также огромная роль техногенного фактора в преобразовании рельефа Гобустана в последние годы в связи развитием туристско-рекреационной деятельности активизировали оползневые процессы, принимающие день ото дня значительный масштаб. На территории Гобустана густая и глубоко врезанная овражно-балочная сеть осложнена оползневыми смещениями, встречающимся на крутых склонах балок и оврагов. Оползневые процессы отмечаются в центральной части Гобустана. Они протягиваются вдоль внешней (периферийной) части низких гор в северо-восточном направлении. На исследуемой территории развиты верхнемеловые известняки, глины, песчаники, четвертичные континентальные отложения (глины, песчаники, конгломераты и др.). На многих участках Гобустана оползни закреплены на склонах гор и морских террасах. Об этом свидетельствуют развитые здесь бедленд и глинистый

карст. Сейсмичность достигает 8 баллов. Оползни этого района оживляются в период превышения атмосферных осадков среднегодовых норм до 400-500 мм (в Азербайджане наиболее малое среднегодовое количество осадков – менее 150-200 мм выпадает в юго-восточной части Гобустана). По мнению И. И. Марданова, Ф. М. Гаджи-заде, Т. А. Алиева [7], климатические условия Гобустана практически не могут быть основным фактором проявления оползней. Главную роль играют геолого-геоморфологические факторы, а в последние годы – активизация антропогенного фактора.

Оползни преимущественно развиты в бассейне р. Пирсаатчай (рисунок 1), в верхних и средних течениях притоков р. Сумгайтчай (Гозлучай, Чикильчай, Тудар). Например, в бассейне р. Гозлучай распространен Сарыдашский оползень-поток длиной 2-2,5 км и шириной 1 км.



Рисунок 1 – Оползневые процессы в долине р. Пирсаатчай

Оползневые процессы активно развивались и на 106-115 км автомобильной дороги Баку–Гобустан–Шемаха (протяженность автомобильного полотна 122,7 км). В геологическом строении исследуемой территории принимают участие аллювиально-делювиальные, коллювиальные отложения четвертичного возраста и майкопские отложения палеоген-неогена. Шемаха-Гобустанская структура в тектоническом отношении соответствует Мараза-Сюндинской тектонической зоне. Территория характеризуется сложными гидрологическими и инженерно-геологическими условиями. Здесь выявлено пять локальных оползневых зон – 106, 107, 108, 111 и 115-км автодороги. Их длина достигает от 140 до 270 м, ширина – от 30 до 135 м. Строительные работы автодороги Баку–Гобустан–Шемаха были начаты в июне 2007 г., а завершены в июле 2009 г. Основные причины развития оползней – подрезка склона, недооценка состояния оползневого склона, магистральной автомобильной дороги, в том числе серьезности опасности ее разрушения. Система дренажа большей частью не работала, инженерные установки давно истратили ресурс эксплуатации. Наблюдались стенки срыва оползней по дороге, т.е. не ниже и не выше, а прямо по полотну.

Указом Президента Азербайджана для безопасного и нормального передвижения транспортных средств на автомобильной дороге Баку–Гобустан–Шемаха, начиная с 100 до 115 км, с июня 2019 г. проведены дорожно-восстановительные работы. По середине трассы установлены бетонные ограждения, возведены опорные стенки из железобетона (рисунок 2, таблица 1).

В недавнее время в связи с антропогенной нагрузкой оживились оползни в населенных пунктах Гобустана (таблица 2).

Оползневая зона с. Джеирли располагается в ее северной части на высоте 920-1000 м в 11-12 км от райцентра Гобустан. В геологическом строении участвуют мягкие и пластичные аллювиально-делювиальные отложения четвертичного возраста, а также тяжелые глинистые отложения мощностью 0,5-2 м. Шемаха-Гобустанская структура в тектоническом отношении соответствует



Рисунок 2 – Оползневые процессы на 106 км автодороги Баку–Гобустан–Шемаха

Таблица 1 – Даты возникновения оползневых процессов на дороге Баку–Гобустан–Шемаха за 2015-2019 гг.

№	Дата возникновения оползня	Следствия оползня
1	12 ноября 2015 г.	Разрушена часть дорожного полотна на 106 км. На асфальтовом покрытии выявлены трещины шириной 2-5 см, длиной 1,5-2 м. Дорожное полотно в нескольких местах просело. На опорной стене произошла деформация
2	3 июня 2016 г.	На 106-107 км автодороги развились многочисленные трещины. Приостановлено транспортное движение
3	14 ноября 2016 г.	Оживление оползневых процессов. Оползневая масса преградила движение автотранспорта
4	6 декабря 2016 г.	Приостановлено сообщение с 4 населенными пунктами
5	19 декабря 2016 г.	Перекрыто движение автодороги Баку–Гобустан–Шемаха
6	17 февраля 2017 г.	Оживление оползня. Дорога просела на глубину 40-50 см
7	2 июня 2017 г.	Оживился оползень на 106-107 км автодороги
8	28 июня 2017 г.	Оживился оползень на 106-107 км автодороги
9	21 июля 2017 г.	Оживился оползень на 106-107 км автодороги. В двух местах просел асфальт
10	28 августа 2017 г.	Оживился оползень на 106-107 км автодороги. Приостановлено движение машин
11	12 сентября 2017 г.	Оживился оползень на 106-107 км автодороги
12	19 октября 2017 г.	Асфальт в некоторых местах просел, выявлены трещины длиной 2-3 м, глубиной 10-20 см, местами до 30 см
13	19 апреля 2018 г.	Во многих местах дороги просел асфальт, развиты многочисленные трещины
14	24 апреля 2018 г.	На дороге наблюдаются оползне-просадочные явления. Свалились установленные вдоль дороги дорожные знаки
15	24 апреля 2018 г.	На дороге наблюдаются многочисленные трещины
16	5 февраля 2019 г.	Выявлены многочисленные трещины шириной 1-3 см на 111-115 км дорожного полотна. В нескольких местах встречаются просадочно-оползневые процессы

Таблица 2 – Даты возникновения весьма опасных оползневых процессов в Гобустане за 2001-2021 гг.

№	Дата возникновения оползня	Параметры оползня	Следствия оползня
1	Апрель 2001 г.	Дл. 100-110 м, шир. 20-15 м	Оползень проявился в с. Текле Мирзабабалы на высоте 800-1000 м и смещается в долину р. Халхалчай
2	Апрель-май 2003 г.	Дл. 800 м, шир. 200-220 м	Оползень проявился в северной части с. Джайрли. Локально оживились 3 оползня
3	Октябрь 2003 г.	Дл. 600, шир. 320 м	Оползни образовались в центральной и западной частях с. Джайрли. Установлены многочисленные оползневые трещины
4	Апрель 2004 г.	Дл. 400-1000 м, шир. 800 м	Оползень образовался на высоте 880-1050 м в центральной части с. Гурбанчи
5	Апрель 2006 г.	Дл. 300-320 м, шир. 40-70 м	Оживление оползня на высоте 950-1000 м в с. Чалов
6	Октябрь 2006 г.	Дл. 600 м., шир. 320 м	Оживление оползня в северной части с. Джайрли на высоте 920-1000 м
7	Октябрь 2008 г.	Дл. 380 м, шир. 90-1000 м	Оживление оползня в западной части с. Чалов
8	6 апреля 2012 г.	Дл. 150-180 м, глуб. 30 м	В поселке Гобустан под угрозой оказались древние наскальные рисунки и доисторические пещеры Гобустанского национального заповедника
9	19 октября 2016 г.	Дл. 100 м	3 жилых дома пос. Гобустан расположены в оползневой зоне
10	17 февраля 2017 г.	Дл. 320 м., шир. 120 м	Оживление оползня в с. Чалов. В одном доме установлены трещины
11	24 апреля 2019 г.	Дл. 80-90 м, шир. 55-60 м	В с. Джайрли оживился оползень. Установлены многочисленные оползневые трещины
12	24 июня 2020 г.	Многочисленные трещины шир. 5-7 см	В с. Поладлы повреждена шестиметровая недавно отремонтированная сельская дорога
13	31 марта 2021 г.	На стенах домов трещины дл. 55-60 см, шир. 3-4 см	В с. Джайрли на стенах более 40 домов образовались небольшие трещины. В результате оползня два жилых дома оказались в аварийном состоянии

Мараза-Сюндинской тектонической зоне. Причина развития оползня – близкое расположение подземных вод, литологический состав горных пород, расположение села у подножия горы, уклон склона.

Оползневая зона с. Гурбанчи находится в 5-6 км от райцентра Гобустан в предгорной зоне на высоте 880-1050 м, где уклон склона составляет 30-35⁰. В геологическом строении участвуют мягкие и пластичные аллювиально-делювиальные отложения четвертичного возраста, а также тяжелые глинистые отложения мощностью 0,5-3,5 м. Оползневая трещина располагается на высоте 1050 м. Длина оползня колеблется от 400 до 1000 м, ширина – 800 м, мощность оползневого тела – примерно 0,72 млн м³. Оползень в основном активизируется в результате выпадения атмосферных осадков.

Оползневая зона с. Чалов находится в 5 км от райцентра Гобустан на высоте 950-1000 м. В геологическом строении участвуют аллювиально-делювиальные глинистые отложения четвертичного возраста. Территория в тектоническом отношении располагается в зоне Шемаха-Гобустанского синклиория. В северо-западной части села отмечен одноименный грязевой вулкан. Грунтовые воды формируются на глубине 3,5-12 м. Одна оползневая зона имеет длину 300-32 м, ширину 40-70 м. Вторая оползневая зона длиной 380 м и шириной 90-100 м. Наблюдаются многочисленные оползневые трещины, а по всей длине безымянной реки – 2 локальных оползня.

Оползневая зона с. Текле располагается на левобережье безымянного притока р. Пирсаатчай на высоте 970 м, в 4 км от райцентра Гобустан. В геологическом строении участвуют аллювиально-делювиальные отложения четвертичного возраста и майкопские пласты палеоген-неогена. Территория в тектоническом отношении находится в зоне Шемаха-Гобустанского синклиория. Подземные воды выявлены на глубине 4,5-10 м. Оползневая зона имеет длину 100-110 м, ширину –

20-25 м. Длина оползневых трещин достигает 35-40 м, ширина – 1,2-1,5 см, видимая глубина – 0,5-0,6 м. Причина активизации оползня – родниковые воды и выпадение атмосферных осадков [8].

В ходе исследования выполнен сравнительный анализ оползневых процессов по работам Б. А. Будагова [9], А. А. Микаилова [10] и др. с результатами наших данных на основе дешифрирования цветных АКС 1996, 2000-2020 гг. масштаба 1:60 000 и экспедиционных исследований. Исследователи территорию Гобустана относили к району со слабой активностью проявления оползневых процессов (возможно развитие оползней на 20-30% территории). Наши исследования выявили, что за минувшие 50 лет площадь Гобустана, подвергающаяся оползневым процессам, выросла в 1,5-2 раза (рисунок 3). Например, в с. Гурбанчи – с 2,5 до 4,8 га, в селах Поладлы и Джайрли – с 4,2 до 6,1 га. Поэтому Гобустан нами отнесен к территории с умеренной активностью проявления оползневых процессов (возможно развитие оползней на 30-50% территории).

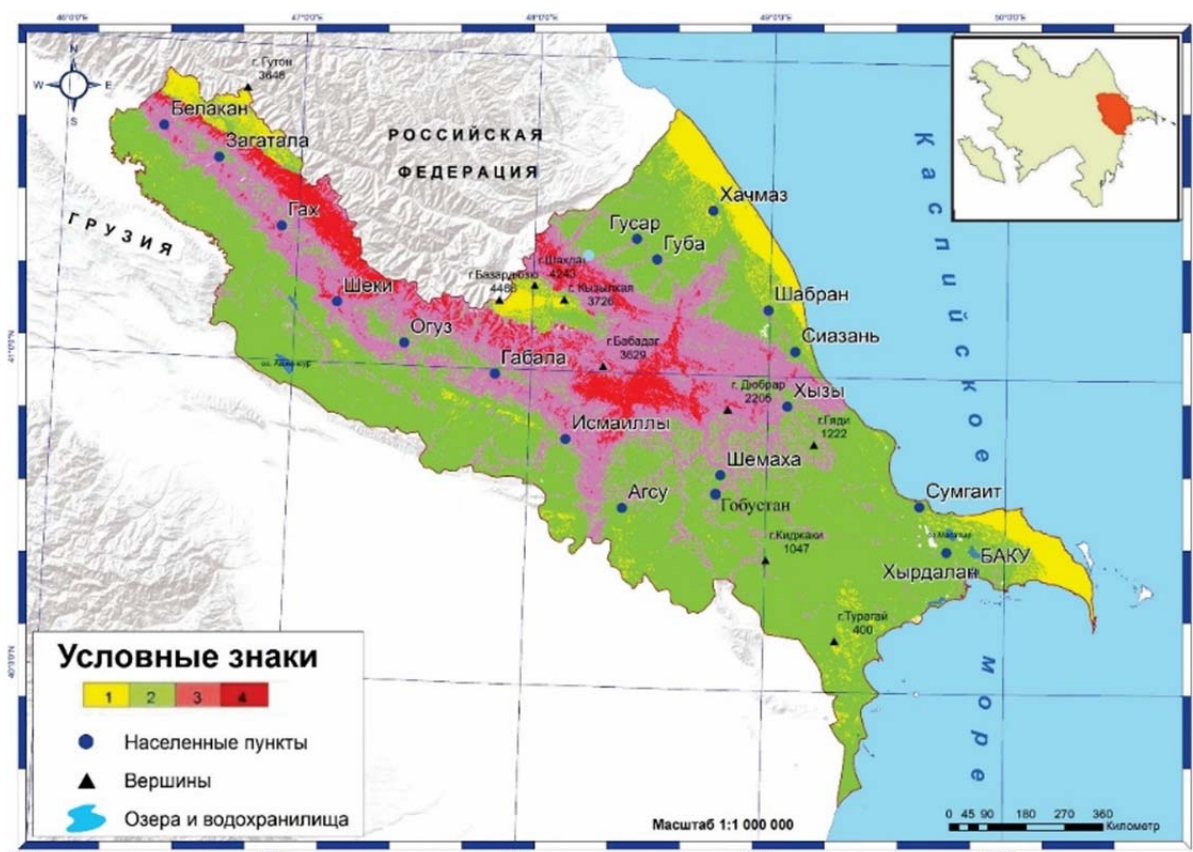


Рисунок 3 – Карта районирования Большого Кавказа по оползневой опасности (в баллах)

1. Территории со слабой оползневой опасностью (возможно развитие оползней на 20-30% территории) – 1 балл.
2. Территории с умеренной оползневой опасностью (возможно развитие оползней на 30-50% территории) – 2 балла.
3. Территории с высокой оползневой опасностью (возможно развитие оползней на 50-65% территории) – 3 балла.
4. Территории с очень высокой оползневой опасностью (возможно развитие оползней на более 65% территории) – 4 балла.

Обсуждение результатов. Развитие технических средств дистанционного зондирования Земли из космоса и получение аэрокосмических снимков (АКС) с высокой разрешающей способностью позволило в ходе исследования повысить оперативность и увеличить объем информации в целях изучения оползневых процессов в национальном заповеднике «Гобустан». Полученные данные в результате полевых исследований и дешифрирования разновременных АКС 1996, 2000-

2020 г. масштаба 1:60 000 дали возможность оперативно составить карту районирования Большого Кавказа по оползневой опасности (в баллах), которая объективно отображает количественные и качественные характеристики оползневых процессов.

Заключение. Сегодня территории национального заповедника «Гобустан» присуще усиление техногенной деятельности: широкомасштабное возведение построек туристско-рекреационной сферы, проведение земляных работ и др., которые в будущем чреваты нарастанием числа естественных катастроф с более серьезными последствиями для населения и инфраструктуры. Созданная карта районирования азербайджанской части Большого Кавказа по оползневой опасности может служить основой при крупномасштабном планировании рекреационной эксплуатации территории, для обеспечения ее защищенности. При проведении и даже планировании туристско-рекреационной деятельности в национальном заповеднике «Гобустан» для раскрытия и уменьшения угроз необходимо осуществлять постоянный мониторинг за оползневыми процессами, организацию их прогноза в местах с высокой оползневой опасностью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Антипцева Ю.О., Думит Ж.А. Морфометрический анализ рельефа с использованием ГИС-технологий при оценке рекреационного потенциала Лагонакского нагорья (Северо-Западный Кавказ) // Геоморфология. – 2009. – № 1. – С. 45-50. – <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2009-1-45-50>
- [2] Тарихазер С.А. Количественная оценка рекреационного потенциала рельефа предгорных территорий Азербайджана (на примере Гобустана) // Материалы IV Международной конференции, посвященной 70-летию проф. С. Р. Ердавлетова «Казахстанский туризм: вчера, сегодня, завтра». – Алматы, 2011. – С. 67-70.
- [3] Белоусова Л.И., Гайворонская Н.И., Петина В.И., Петин А.Н. Современные процессы экзоморфогенеза в Белгородской области: особенности развития, картографирования и районирования // «Геоморфология и картография»: Материалы XXXIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Саратов, 2013. – С. 144-148
- [4] Гудковских М.В. Методика комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала // Географический вестник. «Туризм и рекреационная география». – 2017. – № 1(40). – С. 102-116. – doi 10.17072/2079-7877-2017-1-102-116.
- [5] Тарихазер С.А. Современные оползневые процессы рельефообразования Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) // Известия Тульского ГУ. Науки о Земле. – 2020. – Вып. 1. – С. 120-136.
- [6] Тарихазер С.А. Географические предпосылки выявления и предотвращения опасных геоморфологических процессов в горных геосистемах Альпийско-Гималайского пояса (на примере Большого Кавказа Азербайджана) // Журнал геологии, географии и геоэкологии. – Днепропетровск, 2020. – № 1. – С. 176-187. – doi <https://doi.org/10.15421/112016>
- [7] Марданов И.И., Гаджи-заде Ф.М., Алиев Т.А. Исследования главных факторов при изучении трансформаций оползневых ландшафтов // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2012. – Вып. 2. – С. 118-125.
- [8] Пашаев Н.А. Экономико-географическая оценка воздействия стихийных бедствий на экономику Азербайджанской Республики. – Баку: AVROPA, 2018. – 370 с.
- [9] Будагов Б.А. Геоморфология и новейшая тектоника Юго-Восточного Кавказа. – Баку: Элм, 1973. – 245 с.
- [10] Микайлов А.А. Геоморфология Гусарской наклонной равнины. – Баку, 1978. – 80 с.

REFERENCES

- [1] Antiptseva J.O., Dumit Z.A. GIS-based morphometric analysis for the assessment of the recreational potential of Lagonak highland // Geomorfologiya. 2009. № 1. P. 45-50. <https://doi.org/10.15356/0435-4281-2009-1-45-50> (in Russ.).
- [2] Tarikhazer S.A. Quantitative assessment of the recreational potential of the relief of the foothill territories of Azerbaijan (on the example of Gobustan) // Proceedings of the IV International Conference dedicated to the 70th anniversary of prof. S. R. Erdavletov "Kazakhstan tourism: yesterday, today, tomorrow". Almaty, 2011. P. 67-70 (in Russ.).
- [3] Belousova L.I., Gayvoronskaya N.I., Petina V.I., Petin A.N. Modern processes exomorphogenesis in the Belgorod region: features of development, mapping and zoning // "Geomorphology and Cartography": Proceedings of the XXXIII Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences. Saratov, 2013. P. 144-148 (in Russ.).
- [4] Gudkovskikh M.V. Methodology for comprehensive assessment of tourism potential // Geographic Bulletin "Tourism and Recreational Geography". 2017. №. 1(40). P. 102-116. doi 10.17072/2079-7877-2017-1-102-116 (in Russ.).
- [5] Tarikhazer S.A. Modern landslide processes of relief forming of the Great Caucasus (within Azerbaijan) // Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences. 2020. Vol. 1. P. 120-136 (in Russ.).
- [6] Tarikhazer S.A. The geographical prerequisites for the identification and prevention of dangerous geomorphological processes in the mountain geosystems of the Alpine-Himalayan belt (on the example of the Major Caucasus of Azerbaijan) // Dnepropetrovsk, University Bulletin. Series: «Geology, Geography and Geoecology». 2022. № 1. P. 176-187. doi <https://doi.org/10.15421/112016> (in Russ.).
- [7] Mardanov I.I., Haji-zade F.M., Aliev T.A. Studies of the main factors in the study of the transformation of landslide landscapes // Bulletin of St. Petersburg State University. Ser. 7. 2012. Issue. 2. P. 118-125 (in Russ.).
- [8] Pashayev N.A. Economic and geographical assessment of the impact of natural disasters on the economy in the Republic of Azerbaijan. Baku: EUROPE, 2018. 370 p. (in Azerbaijan).
- [9] Budagov B.A. Geomorphology and recent tectonics of the Southeast Caucasus. Baku: Elm, 1973. 245 p. (in Russ.).
- [10] Mikailov A.A. Geomorphology of the Gusar inclined plain. Baku, 1978. 80 p. (in Azerbaijan).

С. А. Тарихазер

География ғылымдарының кандидаты, доцент, жетекші ғылыми қызметкер
(География институты ақ. Г. А. Әлиев атындағы Әзірбайжан ұлттық ғылым академиясы, Баку, Әзірбайжан)

**ТУРИСТІК-РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТ МАҚСАТЫНДА «ГОБУСТАН» ҚОРЫҒЫНДАҒЫ
ТӨШКІК ПРОЦЕСТЕРІН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУ**

Аннотация. Мақалада Үлкен Кавказдың оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан «Гобустан» ұлттық қорығында туристік-рекреациялық қызметтің белсенді дамуын ескере отырып, көшкін процестері талданады. Бұл мәселенің маңыздылығы Гобустан аумағында халықаралық маңызы бар Ұлттық геопарк құру жоспарлануда. Өзіміздің экологиялық, геологиялық және геоморфологиялық зерттеулерге, қоймалық және картографиялық материалдарға, сондай-ақ 1996, 2000-2020 жж. аэроғарыштық суреттерді (АКС) пайдалану негізінде. 1:60 000 масштабы соңғы 50 жылда көшкін процестеріне ұшыраған Гобустан ауданы 1,5-2 есеге ұлғайғанын анықтады. Алынған мәліметтер көшкін процестерінің сандық және сапалық сипаттамаларын объективті түрде көрсететін көшкін қаупі бойынша (баллдарда) 1:1 000 000 масштабтағы Үлкен Кавказдың аудандастыру картасын құруға мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижелері алынған мәліметтерді Әзірбайжан геожүйелерінің рекреациялық және туристік дамуы үшін қауіпсіз және тұрақты жұмыс істеуі және дамуы үшін Бағдарламаны әзірлеу үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: «Гобустан» ұлттық қорығы, көшкін процестері, қауіп, қашықтықтан зондтау, туризм және рекреациялық қызмет.

S. A. Tarikhazer

Candidate of geographical sciences, associate professor, leading research worker
(Institute of Geography named after acad. H. A. Aliyev of ANAS, Baku, Azerbaijan)

**GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF LANDSLIDE PROCESSES
IN THE RESERVE "GOBUSTAN" FOR THE PURPOSE OF TOURIST AND RECREATION ACTIVITIES**

Abstract. In article analyzes landslide processes, taking into account the intensive expansion of tourist and recreational activities in the Gobustan National Reserve, located in the southeastern part of the Greater Caucasus. The importance of this problem lies in the fact that it is planned to create a National Geopark of international importance on the territory of Gobustan. Based on own field ecological, geological and geomorphological studies, fund and cartographic material, as well as using aerospace images (ASI) from 1996, 2000-2020 and scale 1:60 000, it was found that over the past 50 years, the area of Gobustan, subjected to landslide processes, has increased by 1.5-2 times. The data obtained made it possible to compile a map of zoning of the Greater Caucasus with a scale of 1:1 000 000 according to landslide hazard (in points), which objectively reflects the quantitative and qualitative characteristics of landslide processes. The research results will make it possible to use the obtained data for the development of the Program for the safe and sustainable functioning and development for the recreational and tourist development of Azerbaijan's geosystems.

Keywords: Gobustan National Reserve, landslide processes, danger, remote sensing, tourism and recreational activities.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-28-34.10>

УДК 627.141.1

E. Tsereteli¹, N. Bolashvili², G. Gaprindashvili³, M. Gaprindashvili⁴

¹Doctor of Sciences in Geography, main scientist (Tbilisi State University, Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, National Environment Agency, Tbilisi, Georgia)

²Doctor of Geography, main scientist (Tbilisi State University, Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, Tbilisi, Georgia)

³Doctor of Geography, scientist (Tbilisi State University, Vakhushti Bagrationi Institute of Geography, National Environmental Agency of Georgia, Tbilisi, Georgia)

⁴PhD student (Department of Geology, National Environmental Agency of Georgia, Tbilisi, Georgia)

MUDFLOW PROCESSES IN GEORGIA

Abstract. Natural calamities become more topical in the beginning of XXI century, as the pressure of them on human environment becomes much heavier. Background of global climate change processes immeasurably increases the risk of uncontrollable natural catastrophes. Among the multi-spectral geological processes in Georgia the most impressive phenomena are landslides and debris/mudflows, washing out of marine coasts and river banks within the limits of settlements. According to special research data, the landslide, mudflow, and river bank erosion out reactivation processes are growing exponentially from year to year.

Keywords: Climate change, Debris flow, Geology, Hazard, Mudflow.

Introduction. Georgia is one of the mountainous countries, where the multi-spectral natural catastrophes are distinguished by development scale, recurrence frequency, and negative consequences for population and economy. Besides that, the territory of the country is located within the limits of 7-9 point intensity earthquake risk area. The earthquakes are directly connected with stimulation of landslide-gravitational and debris/mudflow phenomena. Major part of Georgian population, agricultural lands, roads, oil and gas pipe-lines, hydro-technical and irrigation facilities, electric transmitting lines, and mountainous tourism facilities periodically endure the attacks of natural phenomena. The risk area is rapidly increasing, that can be proved by the data of “SakGeologia” (Geology service of Georgia) collected in areas of risk zone on caused damage in different years (figure 1).

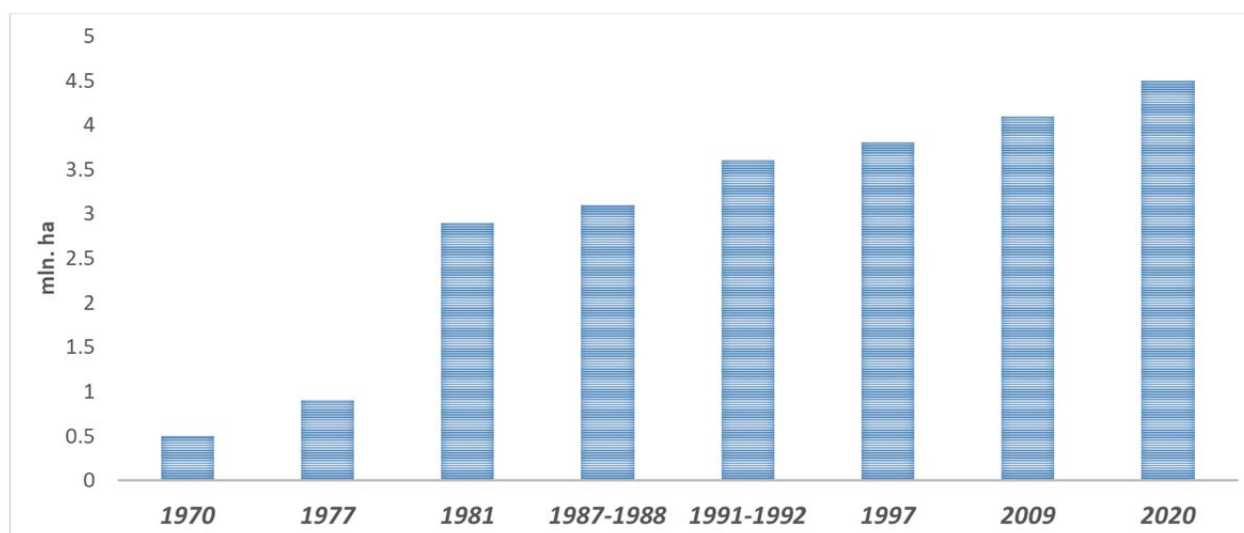


Figure 1 – Areas of the risk zone of natural geological processes and areas damaged in different years in Georgia

According to data of UN experts, more than a half of damage caused by elemental processes to the world population and economy, including casualties, is related to **Debris/mudflows, Landslides and Floods**. These processes are fully connected with climatic factors. Despite the continuous efforts of human

to overcome these dangerous phenomena, the risk of them remains the same, even at the background of modern sciences and technologies. There are not still invented any reliable ways for solving this problem.

These hardly predictable phenomena represent one of the most serious problems for Georgia. 40% of territory of the country is under the threat. While floods are mostly threatened lowland population, debris/mudflow risk must be taken into account almost for all geo-morphological zones, starting with foothills, and ending by high mountain-nival zone. Among 5 000 rivers transformable into mudflows in the Caucasus, about 3 000 are within the borders of Georgia. It should be taken into account as well, that about 60% of population live in the small river basins, most of which are also debris/mudflow transformable. Hundreds of settlements are located within the area of mudflow activity (in Tbilisi it is recorded more than 50 debris/mudflow gorges), as well as highways, railways, trans-Caucasian gas pipe-line and Baku-Tbilisi-Ceyhan oil pipeline, irrigation facilities and agricultural lands.

Caucasian region is under big interest of researchers for already more than 150 years because of complex natural conditions of mudflow development processes and because of significant damage caused to population and engineering facilities [1]. For instance, the mudflow developed in Telavi (1977) ravine damaged the infrastructure of town Telavi, calculated as 30 million dollars. Mudflow developed in the same year in upper stream of river Tskhenistskali caused damage of about 100 million dollars to local population and economic facilities. Mudflows developed in mountainous Ajara in 1982-84 and 1989-91 caused damage of 300 million USD.

The discussion of the results. Not only high intensity mudflows are dangerous for mountain population and their engineering-economic facilities, but also the low and medium intensity. These types of mudflows developing in extremely sensitive geological conditions of Tsiv-Gomboro, Saguramo-Ialno, Kartli, Iagluji, Kvernaki ridges, and surrounding hills of Tbilisi, are characterized by intensive development of mudflows and high recurrence (downpours of more than 30-40 mm/per 24 hours always cause mudflow transformations). They are highly dangerous for population and engineering-economic facilities (figures 2, 3).



Figure 2 – Debrisflow in Rikoti Pass (Khashuri Municipality), June, 2011 (Photo George Gaprindashvili)



Figure 3 – Debrisflow in Tbilisi (Svanidze str), June 2015 (Photo George Gaprindashvili)

Large scale development of diverse mudflow processes (caused by downpours or developed in result of clogging of ravines by landslide processes) in Caucasus in general and particularly within the territory of Georgia is conditioned by extremely ‘sensitive’ geological environment and specific climatic features. Mudflows provoking by downpours (65-85%) dominate on others, also considering particular geological conditions, caused by landslides and rock avalanches (10-30%) [2].

Intensity of the development of mudflows in Georgia (as regards time and space) is increasing from North-West towards South-East. This is conditioned by increasing of climate continentality, by increasing of aridity and decreasing of humidity coefficient, by narrowing of mountain forest belt and gradual decreasing of plant cover, and, which is more significant, by wide distribution of geologically unstable rocks in regard to erosive and denudation processes.

According to statistical analysis data the same amount of mudflow forming downpours cause different effects in different areas according to geological environment all over the world mountain countries. The same amount and duration of precipitations can cause either high waters, or typical mudflows. For instance, the minimal amount of daily precipitations for Carpathians is 30 mm, for Crimea Mountains – from 25 mm to 70-100 mm, Altay and Jungarian mountain areas – from 30-40 mm to 70-90 mm. In Tien Shan and Pamir-Alay mountain system the daily precipitations over 60-100 mm take place once in 100 years, while in the rest regions of Middle Asia 50-80 mm of precipitations take place once in 20 years in average [3].

Distribution of downpours in space and time in Caucasus is not still well investigated. According to I. Salukvadze [1], the percentage of downpours in the whole number of precipitations in South Caucasus is highly changeable, depending on the distance from sea and the relief. In particular, for Poti it is over 80%, for Samtredia – 23%, for Tsipa – 12%, for mountain Sabue and Khashuri it is approximately 5%, for Tbilisi – 49%, and for Telavi – 44%. Though the daily distribution of precipitations in space is quite complicated, it can be said that, taking into consideration specific sensitivity of a given geological environment, the lower threshold of a mudflow forming sum precipitations is 30-40 mm per day. At the same time, the shorter is period, during which this amount is performed, the higher is probability of intensive mudflows, and in other words, period and intensity are in invert correlation. Cases of duration of precipitations, from 4-6 days to 32-48 days during warm season are described in Black Sea coastal zone and mountain regions of Georgia. Almost the same mean amounts, 30-50 mm of downpours are described in eastern part of Caucasus. Difference is noticed only in their recurrence frequency. Mudflow transformations can be observed in almost all geologically ‘sensitive’ river catchment basins in case of daily downpours of 50-80 mm. Together with increasing of intensity of precipitations, geographical scale of mudflows is also increasing. It is proved by investigations that in case of daily precipitations of over 80-120 mm, catastrophic mudflows develop in all climatic-geological environments. For instance, downpours of frontal character (over 120 mm per day) at Caucasus scale caused in June, 14, 1944 and August 17, 1953 catastrophic mudflows at regional level. Precipitations in amount of 170-185 mm fallen in one day (10-11 August of 1977 and 19 July of 1983) on the both slopes of Caucasus caused catastrophic mudflows in basins of rivers Tskhenistskali, Alazani, and Baksani and their tributaries. It should be noted that if until 70s of XX century the recurrence mean frequency of mudflow forming precipitations (over 80-120 mm) for the Caucasus was described as once per 20 years, and once in 40 years for the Lesser Caucasus, significant increasing of the recurrence frequency is observed during the last period. For instance, according to data of Lagodekhi Meteorological Station, the maximal amount of such type of precipitations (over 150 mm) was registered 3 times in 1983, 2 times in 1986, and once in 1988. Each time catastrophic mudflows developed in Kakheti river basins.

It should be noted that at the edge of XXI century the activation periods of mudflows (like of other exo-geological processes) and their geographical scale are being considerably increased. Data given in table and figure 4 prove the above-mentioned observation. This must be connected first of all to the increased frequency of mudflow forming precipitations, which in its turn is provoked by global climate change [4, 5].

On May 17, 2014, a catastrophic debris/mudflow event occurred at the confluence of the Tergi River and the Devdoraki-Amali River in the Dariali Gorge. On May 17, a rock-avalanche came down from Mt. Mkinvartsveri (figure 5), bringing along five million cubic meters of rock, which was covered by ice and snow. The rock mass fell down on the Devdoraki glacier, deformed it and went on to the Devdoraki River. From the confluence with the Amali River, the flow transported the rock debris and mud downstream to the lower reaches. At the confluence of the Amali and Tergi rivers, the flow created a huge debris cone, approx. 2 mln m³, that totally blocked the Dariali Gorge (figure 6) and took the lives of eight people. On August 20, 2014, heavy rainfall in Devdoraki valley triggered the movement of the huge debris mass that had accumulated there on May 17, 2014, turning it into a mudflow and killing two people working at a hydroelectric power plant construction site near Tergi River. The events of May 17 and August 20 caused major material damage to the country as a whole, disrupting the Georgian Military Highway, the North-South Gas Pipeline, cutting a high-voltage power transmission line, damaging vehicles, blocking the access to a border defense facility and customs checkpoint, the Residence of the Georgian Patriarchate, and causing huge everyday problems to people working there. The main causes of the disaster were the geological structure of the area, local tectonics and morphology, as well as the negative impacts of climate change [4, 6].

Extreme activation years of mudflow processes in Georgia

River basins	Years	Mean recurrence frequency, year
Chorokhi-Ajaristskali basin	1921, 1932, 1948, 1953, 1961, 1970, 1972, 1977, 1982, 1984, 1986, 1988, 1987-89, 1991, 1996, 1998, 1999, 2001, 2003, 2004, 2005, 2008, 2014, 2018, 2020	3.6
Enguri basin	1954, 1955, 1959, 1960, 1964, 1966, 1968, 1970, 1972, 1975, 1976, 1977, 1981, 1982, 1987, 1988, 1989, 1992, 1997, 2002, 2003, 2004, 2005, 2019, 2020	2.2
Tskhenisrskali upper basin	1915, 1921, 1932, 1934, 1939, 1940, 1953, 1961, 1963, 1966, 1970, 1973, 1975, 1976, 1977, 1982, 1984, 1987, 1988, 1992, 1997, 2003, 2004, 2005, 2008, 2010, 2021	3,6
Rioni upper basin	1921, 1932, 1939, 1940, 1953, 1961, 1963, 1966, 1970, 1973, 1975, 1976, 1977, 1982, 1984, 1987, 1988, 1992, 1997, 2003, 2004, 2005, 2008, 2010, 2020	3.6
Tergi upper basin	1776, 1778, 1785, 1808, 1817, 1827, 1832, 1842, 1897, 1909, 1910, 1929, 1935, 1937, 1944, 1953, 1955, 1956, 1957, 1959, 1966, 1967, 1968, 1970, 1981, 1982, 1996, 2002, 2003, 2004, 2007, 2014	7,45
Aragvi basin	1897, 1903, 1920, 1926, 1931, 1940, 1952, 1953, 1954, 1960, 1963, 1964, 1967, 1969, 1971, 1972, 1973, 1975, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1986, 1987, 1988, 1992, 1994, 1996, 1997, 1998, 1998, 2000, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2014, 2017, 2020	7,2
Kakhetian Caucasus	1899, 1903, 1906, 1922, 1934, 1947, 1949, 1951, 1952, 1956, 1957, 1958, 1961, 1962, 1963, 1967, 1970, 1973, 1975, 1976, 1977, 1981, 1983, 1984, 1988, 1989, 1990, 1991, 1995, 1998, 1999, 2002, 2003, 2005, 2010, 2018, 2020	3.02

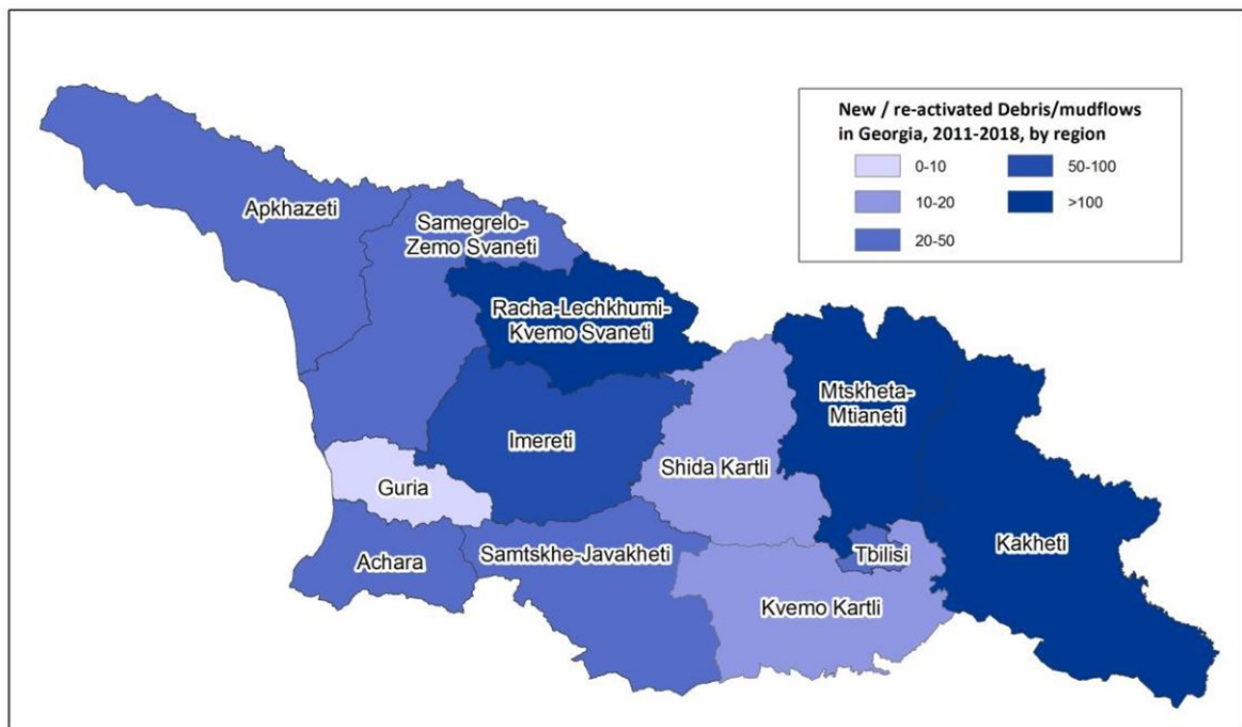


Figure 4 – New / re-activated Debris/mudflows in Georgia, 2011-2018, by region [5]



Figure 5 – Rock-avalanche (Debrisflow source area)
(Photo M. Gaprindashvili)



Figure 6 – Blocked Tergi river and created reservoir
(Photo M. Gaprindashvili)

On June 13-14 2015, heavy rainfalls caused a sharp rise in water levels in the Vere River and its tributaries, and triggered large-scale landslides and debris/mudflows, which resulted in the disruption of adjacent highways. Landslides turned into muddy streams, the river waters full with the debris mass flooded some districts of the Georgian capital (figure 7), Tbilisi, and washed away and/or inundated houses and infrastructure at the lower reaches of the Vere valley, killing 23 people. The disaster almost destroyed the Tbilisi Zoo, many animals were killed and others were found outside the zoo. Together with other triggers (geology, morphology, tectonics, hydrogeology), the natural disaster on the Vere river was caused by the fast increasing of the river level resulting from heavy rainfalls (about 149 mm) associated with climate change, and primarily by a landslide with an area of 32 hectares and a volume of 1 mln cubic m that had formed between the villages of Tskneti and Akhaldaba (figure 8), a significant part of which clogged into the Vere riverbed. At the same time, more than 100 landslides were activated in the valley on June 13-14. Long-term geological observations and analyses show that debris/mudflows occur in relevant geological conditions in case of 40-50 mm rainfall per day. The stronger the rainfall, the more extreme mudflows would occur [4, 7].



Figure 7 – Debris.mudflow in Tbilisi
(Photo G. Gaprindashvili)



Figure 8 – Akhaldaba “big” Landslide
(Photo G. Gaprindashvili)

Conclusion. The territory of Georgia, is divided into 9 conditional areas (figure 9) [8] by damage caused by debris/mudflow processes, and according to the hazard risk which is based on syncretic synergism of the elements, which are part of geological environment system, characterized by extremely complex multifactorial features and debris flow processes stimulating factors:

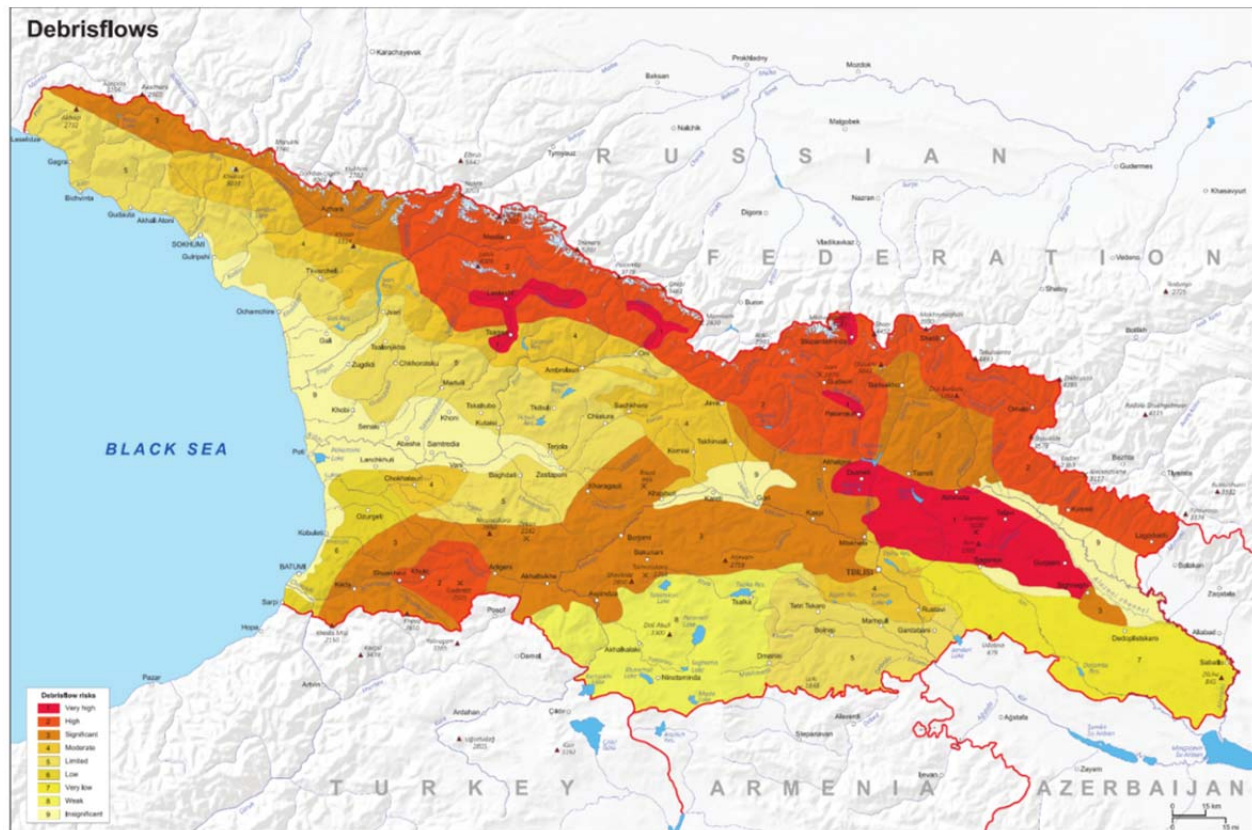


Figure 9 – Debris/mudflow hazard zones in Georgia

1. The area with **very high** damage probability and with high risk of recurrence (Ks-0.8-0.9), includes: Low and middle sized mountains constructed with Molasse sediments of Intermountain Belt of Eastern Georgia, Upper parts of riv. Rioni, Tskhenistkali, Enguri, Tergi, Aragvi basins. Transformation of debris/mudflows takes place almost every year (daily rainfall 30-50 mm and more). Often it is repeated several times in a year.

2. The area with **high** damage probability and hazard risk (Ks-0.6-0.8), includes: Area constructed with flysch rows and Mesozoic shale of north and south slopes of central and eastern segments of the Caucasus, highland of Adjara of Lesser Caucasus. Debrisflows recurrence period once in 2-3 years. Wide range of released materials volume - 0.1-0.2 mln.m³.

3. The area with **significant** probability of damage by debris flow transforming rivers and hazard risk (Ks-0.5-0.6) includes Trialeti and Meskheta ranges, middle and upper part of the river Kodori (western Caucasus) and river Bzipi basins. Debris flows recurrence period once in 3-5 years. The volume of material released by debrisflows from thousands of cubic meters to amounts 0.5-1.0 mln. m³.

4. The area with **moderate** risk of debrisflow hazards (Ks-0.3-0.5), includes middle part of the rivers Rioni, Tskhenistkali, Enguri and Kodori basins, headwaters of river Kvirila basin, low and middle sized mountain zone of Aghazeti Caucasus, the basin of river Algeti, Trialeti range on the territory of Tbilisi city, lowlands of Adjara. Debrisflows recurrence period once in 3-10 years.

5. The area with **limited** debris flow hazard risk (ks-0.1-0.3), includes: lowland zone of raised horst of the Dzirula, Khrami, and Loqi, Foothills of Guria and Imereti, debrisflows in the basins of rivers Psou, Sandripshi, and Zhoekvara take place once in 3-7 years, the volume of released material amounts 5-10 000 m³.

6. The area with **low** probability of damage caused by debris flow processes and hazard risk (Ks- 0.01-0.1), includes areas constructed by carbonate rocks of low and middle sized mountains of Racha, Askhi, Khvamli, Arabika, and rivers Bzipi and Kodori, foothills of Guria and Adjara.

7. The area with **very low** probability of damage caused by debris flow processes and hazard risk (Ks-<0.01), includes: Iori Plateau and part of the downstream of river Mtkvari;

8. The area **weak** probability of damage caused by debrisflow processes and hazard risk includes Akhalkalaki plateau and volcanogenic highland of Javakheti.

9. The area, where is **no danger** by debris flow hazard risk, includes Kolkheti lowland and Black Sea coast, plains of Eastern Georgia, Kartli and Alazani.

REFERENCES

- [1] Salukvadze I. Storm precipitation in mountainous countries on the example of Transcaucasia. Tbilisi: TSU, 1988. 267 p.
- [2] Tsereteli E.D. Natural-catastrophic effects and the problem of sustainable development of Georgia and border areas. Tbilisi, 2003. 109 p.
- [3] Tatashidze Z., Tsereteli E., Bondirev I., Tsereteli N. Relevance of climatic anomalies in the development of exogeodynamic processes // Collected works of the institute of geography. Tbilisi, 2006. № 1(80). P. 107-120.
- [4] Gaprindashvili G. Geological Hazards in Georgia // Fourth National Communication of Georgia under the UNFCCC. Tbilisi, 2021. P. 258-290.
- [6] Bolashvili N., Tsereteli E., Kutsnashvili O., Gaprindashvili G., Kurtsikidze O. Climate as an integral synthesizer in development-reactivation processes of landslide and diagnostic criterion of its evaluation // Engineering geology for Society and Territory, Springer. 2015. Vol. 2. P. 1781-1786.
- [6] Gaprindashvili G., Gaprindashvili M. Catastrophic Debrisflow in Dariali (Georgia) in the Year 2014 // Natural Science. 2015. 7. P. 379-389. doi 10.4236/ns.2015.77041
- [7] Gaprindashvili G., Gaprindashvili M., Tsereteli E. Natural Disaster in Tbilisi City (Riv. Vere Basin) in the Year 2015 // International Journal of Geosciences. 2016. 7. P. 1074-1087. doi 10.4236/ijg.2016.79082
- [8] Tsereteli E., etc. Mudflows, map in National Atlas of Georgia. Stuttgart, 2018. P. 41.

Э. Церетели¹, Н. Болашвили², Г. Гаприндашвили³, М. Гаприндашвили⁴

¹Г.ғ.д., бас ғылыми қызметкер (Тбилиси мемлекеттік университеті, Вахушти Багратиони атындағы география институты, Ұлттық қоршаған ортаны қорғау агенттігі, Тбилиси, Грузия)

²Г.ғ.д., жетекші ғылыми қызметкер (Тбилиси мемлекеттік университеті, Вахушти Багратиони атындағы география институты, Тбилиси, Грузия)

³Г.ғ.д., ғылыми қызметкер (Тбилиси мемлекеттік университеті, Вахушти Багратиони атындағы география институты, Грузияның қоршаған ортаны қорғау ұлттық агенттігі, Тбилиси, Грузия)

⁴PhD докторант (Грузия Ұлттық қоршаған ортаны қорғау агенттігінің геология департаменті, Тбилиси, Грузия)

ГРУЗИЯДАҒЫ СЕЛ ПРОЦЕСТЕРІ

Аннотация. ХХІ ғасырдың басында табиғи апаттар өзекті бола түсуде, олардың адамның тіршілік ету ортасына қысымы айтарлықтай артып келеді. Климаттың жаһандық өзгеруі процестері аясында бақыланбайтын табиғи апаттардың қаупі өлшеусіз өсуде. Грузиядағы көп спектрлі геологиялық процестердің ішінде ең әсерлі құбылыстар көшкін мен сел, теңіз жағалаулары мен елді мекендердегі өзен жағалауларының эрозиясы болып табылады. Арнайы зерттеулер бойынша көшкін мен сел процестерінің, жағалау эрозиясының қарқыны жылдан-жылға артып келеді.

Негізгі сөздер: климаттың өзгеруі, сел, геология, қауіп, лайлы сел.

Э. Церетели¹, Н. Болашвили², Г. Гаприндашвили³, М. Гаприндашвили⁴

¹Д.г.н., главный научный сотрудник (Тбилисский государственный университет, Институт географии им. Вахушти Багратиони, Национальное агентство по охране окружающей среды, Тбилиси, Грузия)

²Д.г.н., ведущий научный сотрудник (Тбилисский государственный университет, Институт географии им. Вахушти Багратиони, Тбилиси, Грузия)

³Д.г.н., научный сотрудник (Тбилисский государственный университет, Институт географии им. Вахушти Багратиони, Национальное агентство по окружающей среде Грузии, Тбилиси, Грузия)

⁴PhD докторант (Отдел геологии, Национальное агентство по окружающей среде Грузии, Тбилиси, Грузия)

СЕЛЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГРУЗИИ

Аннотация. В начале ХХІ века стихийные бедствия становятся все более актуальными, их давление на среду обитания человека значительно возрастает. На фоне происходящих процессов глобального изменения климата неизмеримо возрастает риск возникновения неконтролируемых природных катастроф. Среди многоспектральных геологических процессов в Грузии наиболее впечатляющими являются оползни и селевые потоки, размывы морских побережий и берегов рек в пределах населенных пунктов. По данным специальных исследований, из года в год происходит стремительный рост оползневых и селевых процессов, размывов берегов.

Ключевые слова: изменение климата, селевой поток, геология, опасность, грязевой поток.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-35-42.11>

УДК 551.728:633. 2.033 (575.4)

С. К. Вейсов,¹ Г. О. Хамраев²

¹К.г.н., ведущий научный сотрудник (Национальный институт пустынь, растительного и животного мира Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды, Ашхабад, Туркменистан)

²К.г.н., заведующий кафедрой гидрометеорологии
(Туркменский государственный университет им. Магтымгулы, Ашхабад, Туркменистан)

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ФИТОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ДЕФЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПУСТЫНЕ КАРАКУМ

Аннотация. Определены эффективные способы защиты различных инженерных объектов, расположенных в условиях пустыни Каракум, методами фитомелиоративных работ. Многолетние исследования, проведенные Национальным институтом пустынь, растительного и животного мира Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана, доказывают, что применение фитомелиоративных методов дает наибольший эффект для стабилизации подвижных и техногенных песков. Кроме того, восстановление коренного растительного покрова ведет к повышению устойчивости пустынных экосистем и увеличению аридного биоразнообразия. Такие методы фитомелиорации применяются только в комплексе для стабилизации подвижных песков в независимости от региональных особенностей пустыни Каракум.

Ключевые слова: процессы дефляции, фитомелиоративные методы, закрепления подвижных песков, виды растительности, лесорастительные условия, пустыня Каракум.

Многолетний опыт размещения, строительства и эксплуатации различных инженерных объектов в пустыне Каракум требует надежных, но эффективных методов их защиты от дефляционных процессов, особенно с учетом местных лесорастительных условий [1-4,8]. Виды соответствующих древесно-кустарниковых пород выбираются с учетом их биологических особенностей и рекомендуются нами с учетом изменения глубины залегания и минерализации (в особенности от типа засоленности) грунтовых вод.

На отдельных песчаных массивах, расположенных среди освоенных земель, а также в полосе контакта пустыни с оазисными ландшафтами, рекомендуем посевы и посадку черного саксаула, черкеза, кандыма. Упомянутые участки частично закреплены травянистой растительностью и нуждаются только в проведении мероприятий по усилению естественного зарастания кустарниками и полукустарниками-псаммофитами [9]. На остальных участках пустынных экосистем рекомендуются в основном черкез, кандым, саксаулы белый и черный. Повсеместно на маломощных песках, припесчаненных такырах и в нижней части склонов и песчаных бугров, на всей поверхности мелких гряд, бугров, кучевых песков наиболее приемлемы для посадки черный саксаул, черкез Рихтера и кандымы мелкоплодный и густо щетинковый. Там же на верхней трети склона средних гряд, средней и верхней частях склонов крупных гряд следует высаживать только белый саксаул с учетом мощности и большой глубины залегания песчаных отложений.

В местах пересечения крупных, высоких и средних гряд, лежащих на такырах и такыровидных отложениях на верхней обарханенной части, целесообразно использовать для посадки саженцы кандыма древовидного, саксаула белого, черкеза Палецкого. На эоловых песках, лежащих на рыхлопесчаных отложениях пра-Амударьи, повсеместно необходимо использовать только белый саксаул.

В межрядовых понижениях или на маломощных песках вблизи такыров, на маломощных, мелких, средних перемычках гряд целесообразно высаживать кандым и черкез.

На песках с близким залеганием непроточных засоленных в разной степени грунтовых вод (глубина 0-1,5 м) рекомендуем посадки саженцев из гребенщика, тополя разнолистного или туранги, атриплекса. На супесчаных песках с близкими (глубина залегания 1,5-2 м) пресными проточными грунтовыми водами (чаще встречаются на окраинах орошаемых земель) целесообразны посадки шелковицы белой, яблони, айвы, винограда, сосны эльдарской, туи и маклюры. Однако

данные насаждения должны регулярно поливаться в первые 2-3 года, а в местах, где глубина грунтовых вод составляет глубже 3 м, в течение всего периода жизни деревьев и кустарников.

На участках песков с близким залеганием грунтовых вод, прилегающих к солончакам, солончаковым впадинам (депизам), и на засоленных почвах с избыточным увлажнением рекомендуем высаживать атриплекс, турангу, гребенщик и лох восточный. Они тоже нуждаются в поливе в первые годы вегетации и роста. Поэтому для достижения 100% приживаемости растений необходимо высаживать саженцы пустынных растений (саксаул, черкез, кандым) и поливать их хотя бы один раз в месяц (май, июнь, июль, август) из расчета 10 л в лунку в вечерние и ночные часы. Без полива насаждения в песках дают приживаемость 10-70% в зависимости от условий года и места их произрастания. За весь период вегетации осуществляются 17 поливов (в том числе весной – 4, летом – 9 и осенью – 4). На каждое высаженное растение расходуется 16 (на песках) – 20 л (на глинистых почвах) воды. При этом на каждое растение расходуется 270 (на песках) – 340 л воды в течение вегетации. Такое количество воды необходимо в первый год посадок для промачивания почвы в объеме 1 м³, во второй год вегетации целесообразно увеличить его до 1,5 м³. Этим методом можно создать многоцелевые насаждения на песках, где установлены механические защиты. Густота саженцев кустарников при их посадке по механическим защитам составляет 3000-3500 штук на 1 га. При этом густота посадок других назначений может быть от 12 500 до 500 на 1 га, а схема размещения – от 2х3 до 4х5 м в зависимости от вида посадочного материала и назначения создаваемых насаждений. Сроки, нормы и глубина заделки семян показаны в таблице.

Растение	Глубина заделки семян, см		Норма высева необескрыленных семян, кг/га		Сроки посева семян	
	песчаные почвы	супесчаные почвы	полная	половина	Центральные Каракумы	Заунгузские Каракумы
Саксаул черный и белый	3	1,5-2	6	3	Февраль-март	Март-апрель
Черкез Палецкого	3	2	6	3	-//-	-//-
Кандымы крупноплодные (древовидный, голова медузы)	7-9	5-6	9	4,5	-//-	
Кандымы мелкоплодные (высокий, туркестанский)	4-6	3,5	7	3,5	-//-	

Применяются два основных эффективных метода проведения лесовосстановительных и фитомелиоративных мероприятий, разработанных учеными Института пустынь АНТ, – полосный и кулисный [10]. **Полосные** насаждения создаются с внешней стороны инженерных участков, где установлены механические защиты и уже посажены кустарники-псаммофиты. Структура полосных насаждений изменяется в зависимости от инженерно-геоморфологических условий и видов растительности (рисунок 1). Они определяются такими критериями, как тип эоловых отложений, степень зарослости поверхности рельефа песков растительностью, глубина залегания и степень минерализации грунтовых вод. Полосные насаждения представляют собой кустарники из псаммофитов, посаженных или посеянных полосами. Их ширина колеблется от 4-6 до 10-20 м. Для их создания проводится предпосадочная подготовка почвы в зависимости от плотности дернового горизонта. Она выполняется чаще осенью. Вспахиваются полосы на глубину 25-27 см 4-х корпусным тракторным плугом марки ПН-4-35. Ширина обрабатываемой полосы зависит от ширины защищаемого инженерного объекта. На ползаросших песках проводится предпосадочная или предпосевная подготовка почвы, но только в местах наличия травянистой дернины.

Кулисы представляют собой систему из трех вспаханных полос, каждая шириной 1,4 м, размещенных через каждые 3 м. Кулисные насаждения, как и **рядовые**, создаются перпендикулярно господствующим ветрам, в зависимости от лесорастительных условий инженерного участка. На эоловых песках с благоприятными условиями для прорастания растительности расстояния между кулисами должны составлять 40 м, а на участках с удовлетворительными условиями – 30 м и с неблагоприятными 20 – 20 м (рисунок 2).

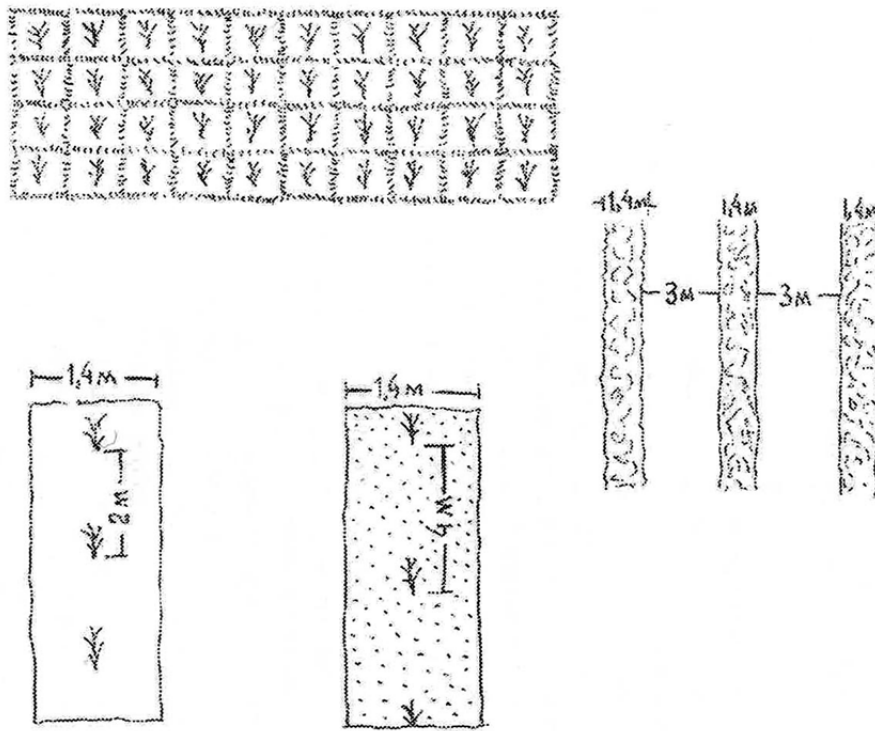


Рисунок 1 – Метод посева саженцев и семян по вспаханным полосам

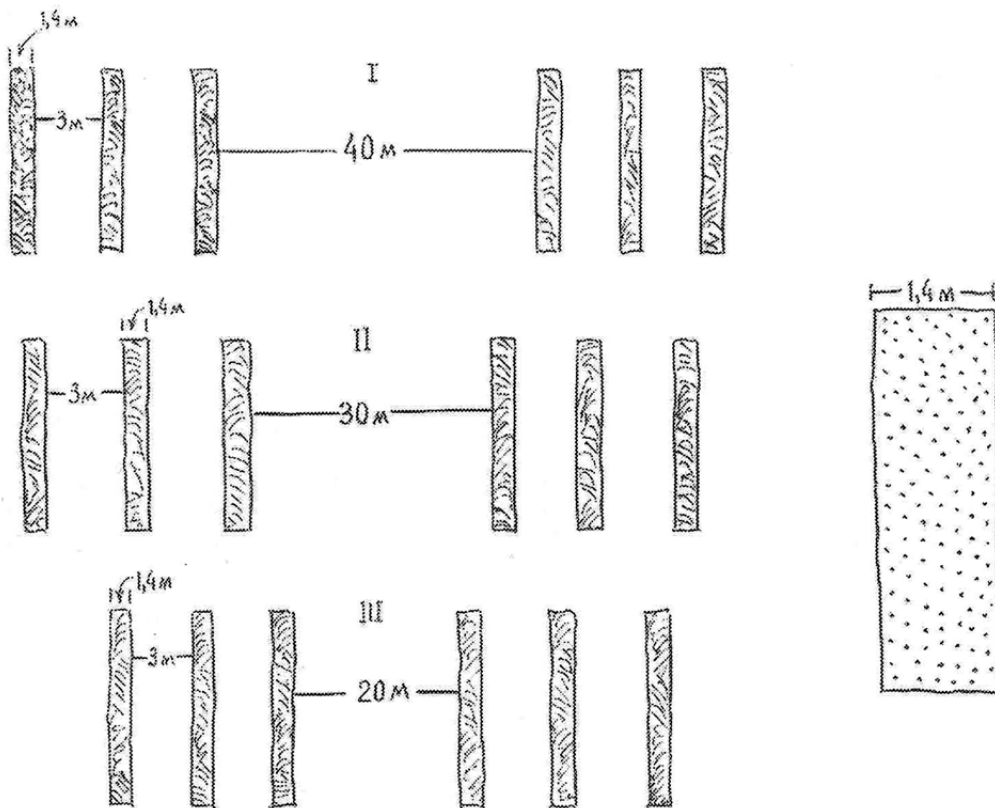


Рисунок 2 – Кулисный метод посадки растительности.

Фитомелиоративные работы вокруг различных инженерных объектов по важности и назначению можно разделить на следующие условные группы:

1. Насаждения первой зоны, т.е. непосредственно прилегающие к трассе линейных инженерных объектов: автомобильным и железным дорогам (рисунок 3).



Рисунок 3 – Проведение фитомелиоративных работ с комбинированной установкой рядовых полускрытых механических защит вдоль автомобильной дороги

Она наиболее, в дефляционном отношении, опасная и сильно заносимая и выдуваемая зона, так как в ней эоловый рельеф и растительность очень нарушены планировкой в ходе строительства данного объекта. Насаждения первой зоны следует создавать только в комплексе с установкой полускрытых (клеточных и рядовых) защит из камыша и с растениями-закрепителями. Насаждения располагаются на расстоянии до 60 м по обе стороны от инженерного объекта и создаются путем посева и посадки кустарников-пескоукрепителей: саксаула, черкеза, кандыма по механическим защитам на подвижных участках и нижних 2/3 частей барханов. А верхняя 1/3 часть бархана остается оголенной, так как в последствии она закрепляется механическими защитами после выполаживания ее преобладающими ветрами. Процесс выравнивания верхней части бархана зависит от ветрового режима территории, высоты бархана, аэродинамических условий и может завершиться через несколько месяцев или недель. На выравненной поверхности необходимо оперативно установить типы механических защит с одновременной посадкой и посевом растений-пескоукрепителей, но только в указанные оптимальные сроки.

Насаждения первой зоны могут создаваться локально не только на маленьких или больших участках, но и в местах распространения барханных цепей и полей сплошной полосой по обе стороны от инженерного объекта.

2. Создание насаждений второй зоны, т.е. участков, где растительность и рельеф песков были очень сильно изменены и частично выравнены. В данной зоне тоже следует проводить установку стоячих (клеточных и рядовых) защит из камыша или другого растительного материала в комплексе с посевом и посадкой растительности, но в незначительных объемах по механическим защитам, в основном на слабо заносимых мелких оголенных пятнах подвижных песков. Ширина насаждений может составлять 60-150 м.

3. Создание интразональных насаждений осуществляется методом посева и посадки солевых-носливых (галофиты) и соле-, засухоустойчивых (галоксерофиты) растений. Эти насаждения охватывают не только оголенные, нарушенные и барханные пески, но и подвижные формы рельефа, лежащие на солончаках, то есть в местах избыточного увлажнения – орошаемых землях, котловинах, оврагах и других понижениях рельефа.

Они создаются с выборочной установкой механических защит, а на слабо заносимых участках рельефа – только посадкой растений-пескоукрепителей. Для этого можно использовать породы, произрастающие в условиях избыточного увлажнения и в местах образования фильтрационных озер. Они создаются совместно с посадками первой зоны.

4. Насаждения третьей зоны создаются на стыке границ песков Нижнеамударьинского и Прикопетдагского оазисов с пустыней Каракум. Их общая полоса составляет в ширину 100-500 м, но без установки механических защит. С учетом рельефа, типов почв можно произвести посев или посадку или же сочетание посадок растений-пескоукрепителей. На грядовом такырном комплексе насаждения создаются на полосе шириной до 1000 м. На полузаросших и разбитых песках ширина увеличивается до 1500 м.

Главные функции третьей зоны насаждений заключаются в следующем:

содействовать естественному зарастанию внутриоазисных и приоазисных песков путем строгой охраны кустарников-семенников, а в местах их недостаточной густоты провести посадку саженцев или посев семян растений;

создать насаждения из декоративных, плодовых, ягодных видов растений для озеленения и развития садоводства на сопутствующих инженерных объектах: остановках, стоянках для отдыха, кафе, на пунктах техобслуживания и АЗС;

организовать лесные куртины, полосы и парки для рекреационных целей около мест отдыха.

Для эффективного использования перечисленных зон из различной растительности следует строго учитывать количество и сроки выпадения атмосферных осадков. Они создают благоприятные условия для естественного возобновления различных видов растительности, а 80-90% осадков выпадает в весенний период с марта по середину мая, но обильное их выпадение бывает только раз в 5 лет.

Фитомелиоративные работы проводятся строго по очередности и в несколько последовательных и взаимосвязанных этапов:

подготовка почвы (только на задернелых песках, на такырах, солончаках и других плотных и ветроустойчивых поверхностях);

подбор ассортимента древесно-кустарниковых пород, посев семян и посадка саженцев, сеянцев или черенков, полив, охрана и защита культур от вредителей;

на участках мест отдыха, пунктах техобслуживания и АЗС, рекомендуем высаживать следующие породы: туя, сосна, яблоня, инжир, шелковица, тополь на поливе;

на границах орошаемых земель требуется посадка саженцев лоха, туранги и др. с поливом в первые 2-3 года;

на песчаных маломощных отложениях необходимо содействовать ее естественному возобновлению путем строгой охраны растительности;

на заносимых участках требуется локальная установка механических защит с посадкой по ним черного саксаула, кандыма, черкеза; на удалении от инженерных объектов следует проводить посев семян (в основном на участках, где мощность эоловых отложений на солончаках, такырах, перелогах составляет более 1 м); густота посадок и высев семян нужно регулировать в зависимости от лесорастительных условий и степени оголенности;

на пересечении барханных гряд и на откосах, в местах среза песчаных заросших гряд, необходима сплошная установка защит с посадкой кустарников.

Необходимо проводить выборочное закрепление барханов с обеих сторон линейных объектов по ширине 20-40 м и длине до 60 м. Требуется предварительные выколаживания крутых откосов в местах срезов высоких песчаных гряд и закрепление откосов в местах среза эоловых гряд с обязательной установкой механических защит. Ширина защит – 20-40 м, длина – до 200 м. На высоких оголенных барханных формах закрепляется 2/3 нижней части наветренного склона. Локально закрепляются мелкие барханные формы в понижениях и ячейках. На мелких оголенных участках полузаросших песков необходима выборочная посадка кустарников без установки механических защит и закрепление откосов в местах среза поперечных или продольных (редко) песчаных гряд и перемычек [5-7].

Закрепление откосов земляной насыпи линейных объектов проводится с использованием глины, щебенки, особенно в межгрядовых понижениях. Нужна сплошная защита с двух сторон на

отрезках спрямления, т.е. нарушения бывшего естественного рельефа. Требуются сплошные защиты с обеих сторон линейных объектов в местах пересечения барханных полей. Местами возможны планировка и установка механических защит в полосе шириной до 20 м. По механическим защитам нужна посадка и посев по полноремы семян (1750 шт/га) и семян (3-4,5 кг/га). В первые месяцы межрядовые понижения не закрепляются механическими защитами до заполнения их эоловым материалом. До выравнивания рельефа на 2/3 нижних гряд, расположенных в 30-60 м от линейных объектов, устанавливаются механические защиты и проводится полный комплекс посева и посадки. На расстоянии до 200-300 м от полосы линейного объекта в зависимости от условий и степени оголенности песков следует провести свободный посев семян псаммофитов без вспашки поверхности. Установка защит осуществляется при пересечении песчаных гряд, бугров, нарушенных в ходе возведения земляного полотна. На удалении от полосы дороги до 200-300 м рекомендуется посеять семена псаммофитов. На участках эоловых отложений, не нарушенных планировочными работами, посадка псаммофитов должна проводиться выборочно на пологих склонах, сильно расчлененных язвами выдувания на расстоянии от 60 до 150-200 м.

На песчаные отложения и наличие кустарников-семенников проще проводить естественное возобновление древесно-кустарниковой растительности с одновременным созданием охранной полосы 1000-1500 м. На сильно заносимых участках инженерных объектов следует устанавливать механические защиты с посевом семян кандыма, черкеза и черного саксаула. При пересечении единичных средних и крупных песчаных бугристых песков и других крупных форм эолового рельефа тоже необходимо создание механических защит с посадкой кандыма, черкеза и саксаула (рисунок 4).



Рисунок 4 – Посадки чёрного саксаула на маломощных песчаных отложениях

Плотность посадки зависит от степени оголенности и подвижности песков. На слабо заносимых участках линейных объектов следует выборочно устанавливать рядовые защиты и высевать половину нормы семян и саженцев (1,7 тыс. штук на один га) саксаула, черкеза и кандыма. На сильно заносимых отрезках дороги на оголенных грядах и барханах необходима установка механических защит с одновременной посадкой саженцев кустарников-псаммофитов: саксаула белого, черкеза и кандыма.

Фитомелиоративные работы на подвижных песках должны выполняться с учетом степени подвижности барханов, глубины залегания грунтовых вод, подстилающих отложений, характера и

особенностей распределения пустынной растительности. Знание этих условий позволяет более правильно подходить к выбору культур для разных экологических условий и с большим успехом вести агролесомелиоративные работы. Посевы их производят при необходимости закрепления сильно подвижных песков, когда на них невозможно культивировать кустарники, или в случаях, когда по хозяйственным соображениям необходимо увеличить запасы кормовых трав. Выбор посева или посадок растений решается в зависимости от типа песков. На песках с хорошими экологическими условиями, например внутри оазисов или на их границе, где грунтовые воды сравнительно пресные и залегают неглубоко, хороший результат может быть получен при посеве кустарников и трав.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабаев А.Г. Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1995. – 340 с.
 [2] Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. – Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012. – 408 с.
 [3] Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Добрин А.Л. Развитие процессов техногенного опустынивания на территории Туркменистана и борьба с ними. – Алматы, 2008.
 [4] Вейсов С.К., Курбанов О.Р., Хамраев Г.О., Акыниязов А.Д. Эоловые равнинные ландшафты Каракумов // Проблемы освоения пустынь. – 2009. – № 1. – С. 18-23.
 [5] Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Аннаева Г.Н. Методы проектирования и защиты линейных инженерных объектов в Каракумах // Проблемы освоения пустынь. – 2007. – № 3. – С. 56-57.
 [6] Вейсов С.К., Хамраев Г.О. Методы закрепления подвижных песков вдоль железной дороги Ашхабад – Дашогуз // Проблемы освоения пустынь. – 2004. – № 1.
 [7] Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Пирназаров О.М. Фитомелиорация подвижных песков с использованием местной растительности // Сборник конференции БИО. – Костанай, 2019.
 [8] Закрепление подвижных песков СССР. – Ашхабад: Ылым, 1982. – 235 с.
 [9] Петров М.П. Мировой опыт облесения и закрепления подвижных песков в пустынях земного шара. – М.: Изд. ЛГУ, 1974. – 47 с.
 [10] Фитомелиорация пустынь Туркменистана. – Ашхабад: Ылым, 1979.

REFERENCES

- [1] Babaev A.G. Problems of desert development. Ashgabat: Ylym, 1995. 340 p. (in Russ.).
 [2] Babaev A.G. The problems of deserts and desertification. Ashgabat: Turkmen State Publishing Service, 2012. 408 p. (in Russ.).
 [3] Veisov S.K., Khamraev G.O., Dobrin A.L. The development of man-made desertification processes in the territory of Turkmenistan and the fight against them. Almaty, 2008 (in Russ.).
 [4] Veisov S.K., Kurbanov O.R., Khamraev G.O., Akyniazov A.D. Eolian plain landscapes of Karakums // Problems of desert development. 2009. № 1. P. 18-23 (in Russ.).
 [5] Veisov S.K., Khamraev G.O., Annaeva G.N. Methods of projecting and protecting of linear engineer objects in Karakums // Problems of desert development. 2007. № 4. P. 56-57 (in Russ.).
 [6] Veisov S.K., Khamraev G.O. The method of fixing mobile sands along the railway Ashkhabad–Dashoguz // Problems of desert development. 2004. № 1 (in Russ.).
 [7] Veisov S.K., Khamraev G.O., Pirnazarov O.M. Phytomelioration of moving sands using local vegetation // Proceedings of the BIO conference. Kostanay, 2019 (in Russ.).
 [8] Consolidation of moving sands of the USSR. Ashgabat: Ylym, 1982. 235 p. (in Russ.).
 [9] Petrov M.P. The world experience of siltation and consolidation of moving sands in the deserts of the world. M.: LGU, 1974. 47 p. (in Russ.).
 [10] Phytomelioration of Turkmenistan desert. Ashgabat: Ylym, 1979 (in Russ.).

С. К. Вейсов,¹ Г. О. Хамраев²

¹Г.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкер (Ауыл шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғау министрлігінің Шөл, флора және фауна ұлттық институты, Ашхабад, Түрікменстан)

²Г.ғ.к., гидрометеорология кафедрасының меңгерушісі
(Мағтымғұлы атындағы Түркімен мемлекеттік университеті, Ашхабад, Түрікменстан)

ҚАРАҚҰМ ШӨЛІНДЕГІ ДЕФЛЯЦИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДЕН ИНЖЕНЕРЛІК ОБЪЕКТІЛЕРДІ ҚОРҒАУ ҮШІН ФИТОМЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ЖҮРГІЗУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация. Қарақұм шөлі жағдайында орналасқан әртүрлі инженерлік нысандарды фитомелиоративтік жұмыстар әдістерімен қорғаудың тиімді әдістері айқындалды. Түрікменстан ауыл шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғау министрлігінің шөлдер, өсімдіктер және жануарлар әлемі ұлттық институты жүргізген

көпжылдық зерттеулер фитомелиоративті әдістерді қолдану жылжымалы және техногендік құмдарды тұрақтандыруға үлкен әсер ететіндігін дәлелдейді. Сонымен қатар, өсімдік жамылғысының қалпына келуі шөл экожүйелерінің тұрақтылығының жоғарылауына және аридті (құрғақ) биоәртүрліліктің жоғарылауына әкеледі. Фитомелиорацияның бұл әдістері Қарақұм шөлінің аймақтық ерекшеліктеріне қарамастан жылжымалы құмдарды тұрақтандыру үшін толық кешенде ғана қолданылады.

Түйін сөздер: дефляция процестері, фитомелиоративтік әдістер, жылжымалы құмдарды бекіту, өсімдік түрлері, орман өсіру жағдайлары, Қарақұм шөлі.

S. K. Veisov¹, G. O. Hamrayev²

¹Candidate of geographical sciences, lead research worker (National Institute of Deserts, Flora and Wildlife Ministry of Agriculture and Environmental Protection, Ashgabat, Turkmenistan)

²Candidate of geographical sciences, head of a chair of hydrometeorology (Turkmen State University named after Magtymguly, Ashgabat, Turkmenistan)

FEATURES OF PHYTOMELIORATIVE WORKS TO PROTECT ENGINEERING FACILITIES FROM DEFLATION PROCESSES IN THE KARAKUM DESERT

Anstract. Effective methods of protection of various engineering facilities located in the conditions of the Karakum desert by the methods of phytomeliorative works have been determined. Long-term studies conducted by the National Institute of Deserts, Flora and Fauna of the Ministry of Agriculture and Environmental Protection of Turkmenistan prove that the use of phytomeliorative methods has the greatest effect on the stabilization of moving and technogenic sands. In addition, the restoration of native vegetation leads to an increase in the resilience of desert ecosystems and an increase in arid biodiversity. These methods of phytomelioration are used only in combination to stabilize moving sands, regardless of the regional characteristics of the Karakum Desert.

Keywords: deflation processes, phytomeliorative methods, fastening of shifting sands, types of vegetation, forest conditions, Karakum desert.

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2022-2-43-49.12>

УДК 556; 528.8

A. Ye. Mukhamedina¹, D. K. Abiyeva², K. M. Kulebayev³

¹Junior researcher in the geoinformation technologies center
(JSC “Institute of geography and water security”, Almaty, Kazakhstan)

²Cand. Sc. (Geography), acting director of the geoinformation technologies center
(JSC “Institute of geography and water security”, Almaty, Kazakhstan)

³Researcher in the water resources department
(JSC “Institute of geography and water security”, Almaty, Kazakhstan)

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL USE OF ICESat-2 DATA FOR BATHYMETRIC MAPPING OF SMALL LAKES OF KAZAKHSTAN

Abstract. Lake bathymetry is of great importance for water resources management and hydrological modeling. Bathymetric mapping of lakes was predominantly conducted with the use of highly-priced methods such as airborne lidars, active imaging sonars, multibeam echosounders. With the advancements in GIS and emergence of remotely sensed data new approaches for bathymetry extraction were developed. However, despite a high motivation to obtain bathymetric information for small lakes from remotely sensed data, there is a lack of reliable methods that can be implemented under various climate conditions and on a wide scale.

In this paper several remote-sensing-based methods for bathymetry mapping of small lakes are discussed. The new Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2 (ICESat-2) data was used to extract bathymetric information on three small lakes of Kazakhstan. The assessment of ICESat-2 for lake bathymetry extraction was conducted using field measurements as the validation data.

Keywords: lake bathymetry, Ice, Cloud, and Land Elevation Satellite-2 (ICESat-2), satellite altimetry data, synthetic aperture radar (SAR), remote sensing (RS), lakes of Kazakhstan.

Introduction. Despite the fact that lakes cover a small part of the Earth’s surface, they play a crucial role in runoff regulation, ecosystem functioning, wildlife preservation, and agricultural irrigation. Fresh-water lakes and reservoirs are of high importance in densely populated areas in arid or semiarid regions [1-3]. Mapping lake bathymetry is required for monitoring temporal changes of water bodies, studying lake processes, and as an input for hydrodynamic and water quality modeling [4]. Moreover, bathymetry data is also needed for calculating water balance which is a key component of water resources management [5].

Since bathymetry mapping of lakes with in situ measurements of water depth is a costly labor-intensive and time consuming task, several approaches of bathymetric information extraction have emerged recently [6]. These methods include bathymetry retrieval using synthetic aperture radar images (SAR), or optical satellite images.

Bathymetric data can be extracted from optical satellite images in two ways: empirical and physics-based methods. More precisely, both methods are based on the assumptions that the intensity of light is reduced exponentially with water depth. Empirical methods in contrast to physics-based require known water depth points to calculate unknowns. Physics-based methods can be applied without valid data, however they tend to be computationally intensive and difficult to implement, thus empirical methods serve as a convenient and practical approach for bathymetry extraction from optical satellite images [7]. It can be concluded that optical RS-based bathymetry (remote sensing, RS) has several drawbacks such as the existence of reliable water depth data. In addition, this method neglects possible deviations of

interpolated water depth values due to presumable uneven distribution of known water depth points or insufficient number of these points.

SAR bathymetry retrieval methods rely on linear wave theory and can be divided into two approaches: the first method is based on the presence of a current coupled with the presence of small-scale waves visible on a radar image; the second requires long swell waves interacting with the seafloor which in turn leads to the shoaling effect necessary for wavelength and wave height changes [8-9]. Since these waves cannot be detected on the surface of small lakes on publicly available radar images with a spatial resolution of 10 m (Sentinel-1), it is not viable to extract bathymetry data using SAR images.

ICESat-2 (Ice, Cloud, and Land Elevation Satellite-2) launched on September 15, 2018 can serve as a new instrument for facilitating bathymetry data extraction. ICESat-2 is equipped with ATLAS (Advanced Topographic Laser Altimeter System), a photon-counting lidar, which uses green lasers at a wavelength of 532 nm. ICESat-2 ATLAS is more sensitive than other full-waveform lidars and able to penetrate the water column up to 40 m in very clear water. ICESat-2 has a repeat cycle of 91 days; the distance between two different tracks can reach 3.3 km, and along-track distance is 0.7 m [10]. Although ICESat-2 satellite altimetry data has been mostly used for deriving bathymetry in the near shore zones, several research studies investigating lake bathymetry extraction were conducted: one which introduces new algorithm for calculating supraglacial lake bathymetry [11], and another research exploring bathymetry retrieval for shallow desert lakes [5]. Considering the results of the aforementioned studies it is possible to draw a conclusion that ICESat-2 data can be utilized for lake bathymetry extraction.

The objectives of this paper are: 1) to study the potential use of ICESat-2 ATLAS data for bathymetry extraction for small lakes of Kazakhstan, 2) to derive water depth points from ICESat-2 data for selected small lakes (the area of the lakes is between 0.9 and 10 km²), 3) to assess the reliability of the derived water depth points.

Materials and methodology. ICESat-2 ATL03 dataset which consists of height above the WGS 84 ellipsoid, latitude, longitude, and acquisition time of all photons was selected to study the possibility of using ICESat-2 altimeter data for lake bathymetry extraction [12]. ATL03 product is available for downloading on the OpenAltimetry platform which was created to explore, access and visualize data from ICESat and ICESat-2 (<https://openaltimetry.org/>).

Three test sites were chosen to analyze the possibility of bathymetry retrieval from ICESat-2 ATL03 (table 1). The test sites selection was based on such criteria as the presence of ICESat-2 transects over the lakes under clear-sky conditions, and fair visibility of the lake bottom. These sites consist of three lakes: Lake Korzhynkol (figure 1), Lake Sivkovo (figure 2), and Lake Temyrastau (figure 3).

Table 1 – Lakes selected for the bathymetry extraction from ICESat-2 ATL03

Lake	Geographic Coordinates of Center of Lake (WGS 84)	Height above the sea level (m)	Maximum Observed Depths (m)	Area (km ²)	Date of ICESat-2 Overpass
Korzhynkol	49° 26' 01.68125744" N, 82° 39' 19.12822846" E	842	17.9	1.61	2019-08-27
Sivkovo	55° 13' 18.79365319" N, 69° 06' 11.66325830" E	130	2.4	1.65	2019-10-01
Temyrastau	50° 43' 05.15321818" N, 69° 56' 28.47752333" E	321	1.0	4.82	2021-06-28

Field observations containing latitude, longitude and water depth collected using Lowrance HDS-12 Live active imaging sonar were used as the validation data to analyze ICESat-2 bathymetry data.

Lake bathymetry extraction workflow consists of several steps (figure 4). Firstly, extracted ICESat-2 altimetry data was filtered using DBSCAN (**Density-based spatial clustering of applications with noise**); outliers were excluded from the dataset. On the next step, the lake surface points and lake bottom points were identified manually. Thirdly, water surface elevation of the lake was interpolated; water depth points were calculated based on the difference between water surface elevation and lake bottom points.

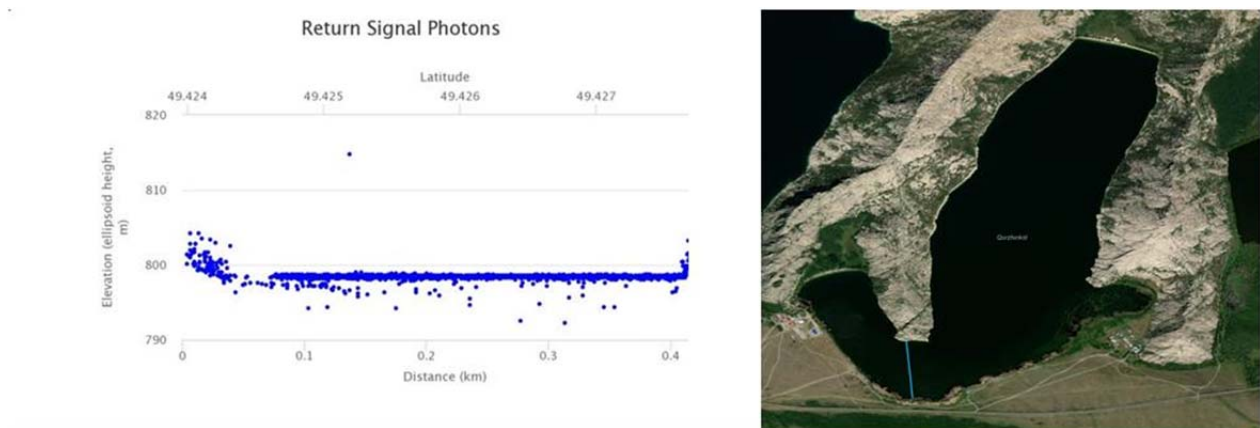


Figure 1 – Geolocated photon data for Lake Korzhynkol

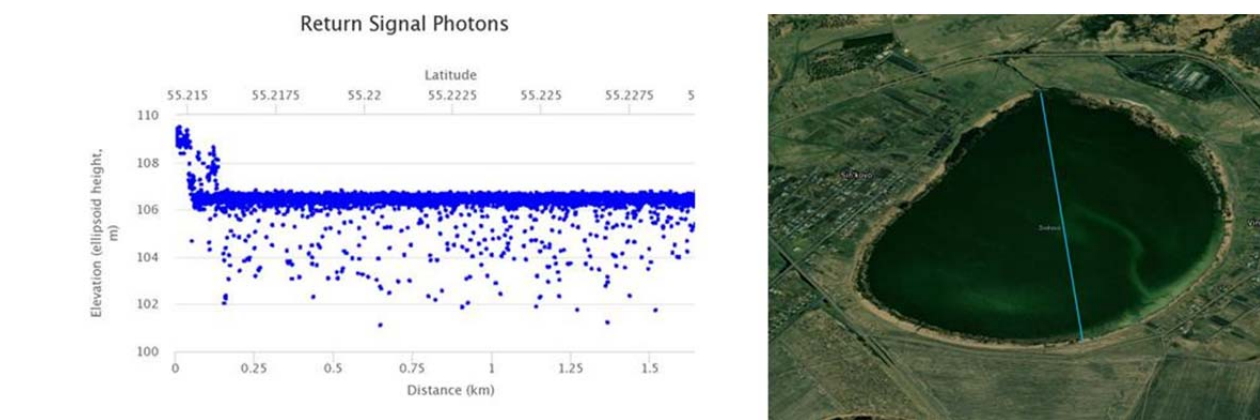


Figure 2 – Geolocated photon data for Lake Sivkovo

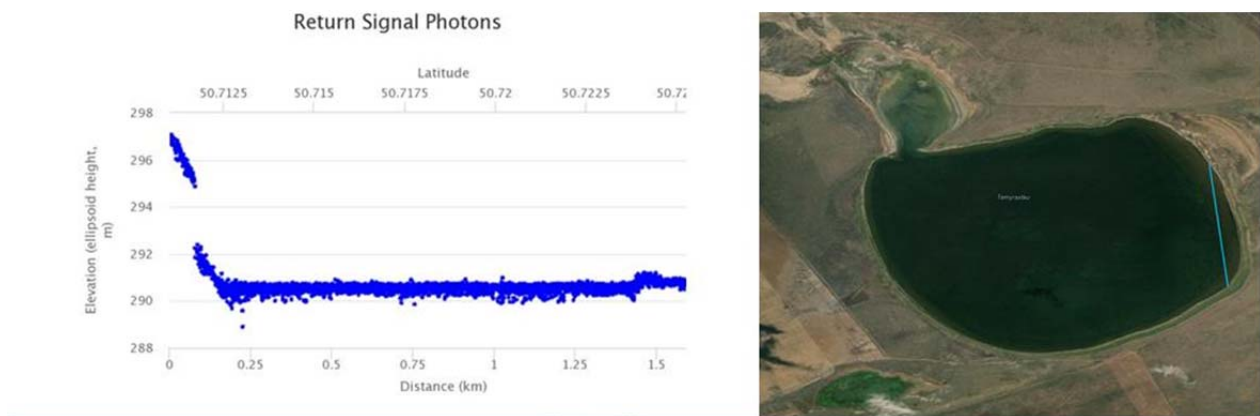


Figure 3 – Geolocated photon data for Lake Temyrastau

ICESat-2 data analysis consists of three processes. Field observation points were selected within a distance of 50 m from ICESat-2 water depth points. The bathymetry data derived from ICESat-2 was evaluated using selected field measurements using four quantitative statistics.

Results. ICESat-2 water depth points were checked against the extracted field observation points: Lake Korzhynkol – 4 out of 174, Lake Sivkovo – 11 out of 319, Lake Temyrastau – 5 out of 271 (figure 5). The assessment of the reliability of ICESat-2 altimetry data was carried out by calculating statistical indicators which are widely used for model validation (table 2). The following indicators were computed: MAE (mean absolute error), RMSE (root mean square error), PBIAS (percent bias), and NSE (Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient).

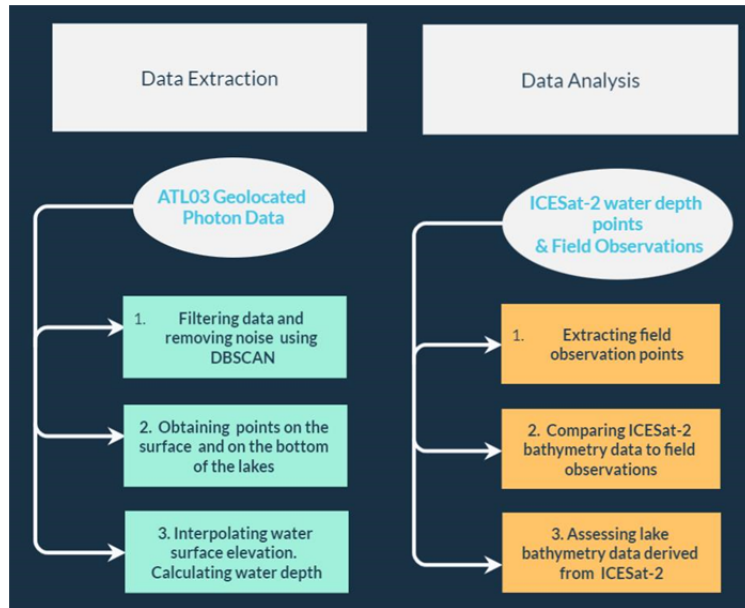


Figure 4 – Lake bathymetry data extraction and assessment using ICESat-2 ATL03 geolocated photon data

Table 2 – Data reliability assessment based on NSE, RMSE, PBIAS [13]

Performance rating	NSE	RMSE	PBIAS
Very good	$0.75 \leq NSE \leq 1.00$	$0.0 \leq RMSE \leq 0.5$	$ PBIAS < 10$
Good	$0.65 \leq NSE \leq 0.75$	$0.5 \leq RMSE \leq 0.6$	$10 \leq PBIAS \leq 15$
Satisfactory	$0.5 \leq NSE \leq 0.65$	$0.6 \leq RMSE \leq 0.7$	$15 \leq PBIAS \leq 25$
Unsatisfactory	$NSE < 0.5$	$RMSE > 0.7$	$ PBIAS > 25$

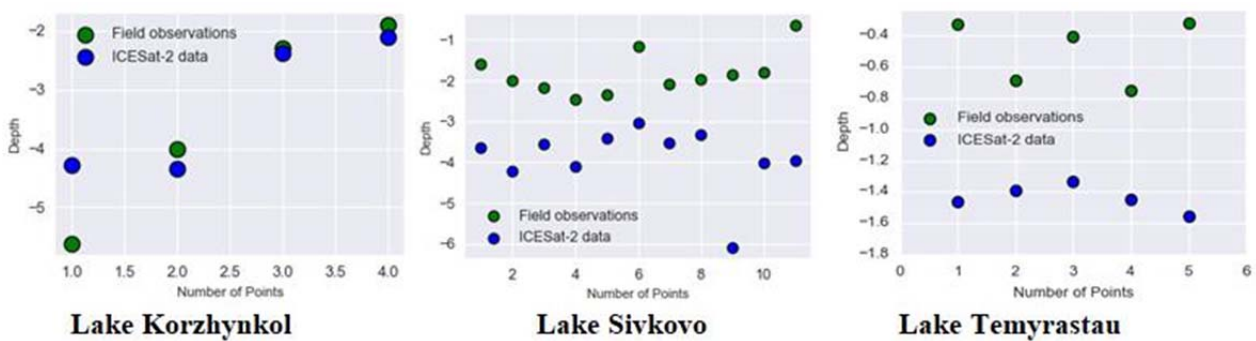


Figure 5 – Comparison of ICESat-2 lake bathymetry data and field measurements

According to the calculations shown in table 3, the ICESat-2 data for Lake Sivkovo and Lake Temyrastau cannot be considered as a reliable source of bathymetric data. The ICESat-2 bathymetry data for Korzhynkol Lake can be classified as data with a high level of reliability based on the NSE and PBIAS values. However, taking into account the RMSE value, this data is regarded as unsatisfactory (the criteria presented in table 2 were used to assess the data reliability).

Table 3 – Calculated statistical indicators for test sites [14]

Statistical indicators	Variables	Calculated values		
		Korzhyngkol	Sivkovo	Temyrastau
$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j - \hat{y}_j $	y_j – observed values \hat{y}_j – simulated values	0.499	2.069	0.940
$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$	y_j – observed values \hat{y}_j – simulated values	0.704	2.250	0.960
$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs})}$	Y_i^{obs} – observed values Y_i^{sim} – simulated values	5.023	113.210	188.120
$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - \bar{Q}_o)^2}$	Q_o^t – observed values Q_m^t – simulated values \bar{Q}_o – average of the observed values	0.770	-19.210	-26.180

Discussion and conclusion. The comparison between ICESat-2 data and field observations demonstrates that altimetry data collected under conditions of less cloudiness remains noisy despite being processed by filtering algorithm.

The differences in data reliability assessment of ICESat-2 ATL03 data extracted for three small lakes of Kazakhstan indicate that the transects over shallow small lakes situated on flat plains (Sivkovo and Temyrastau) contain more sources of noise and are not suitable for bathymetry retrieval, whereas transects over deeper small lakes located in mountainous regions are less prone to these issues.

Due to the lack of a sufficient number of transects along small lakes and the presence of high amount of noise in the extracted data, the use of ICESat-2 altimetry measurements to produce reliable lake bathymetry is currently not feasible. However, it can be stated that with the emergence of other altimetry missions with a more frequent monitoring of inland water surfaces the bathymetry mapping using RS data will be a more promising approach.

REFERENCES

- [1] Verpoorter C., Kutser T., Seekell D.A., Tranvik L.J. A global inventory of lakes based on high-resolution satellite imagery // *Geophys. Res. Lett.* 2014. Vol. 41, No. 18. P. 6396–6402. DOI: 10.1002/2014GL060641
- [2] Mizyed N.R. Challenges to treated wastewater reuse in arid and semi-arid areas // *Environ. Sci. Policy.* 2013. Vol. 25. P. 186-195. DOI: 10.1016/j.envsci.2012.10.016
- [3] Xu N., Ma Y., Zhou H., Zhang W., Zhang Z., Wang X.H. A Method to Derive Bathymetry for Dynamic Water Bodies Using ICESat-2 and GSWD Data Sets // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters.* 2020. Vol. 19. P. 1-5. DOI: 10.1109/LGRS.2020.3019396
- [4] Li Y., Gao H., Jasinski M.F., Zhang S., Stoll J.D. Deriving High-Resolution Reservoir Bathymetry From ICESat-2 Prototype Photon-Counting Lidar and Landsat Imagery // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.* 2019. Vol. 57, No. 10. P. 7883-7893. DOI: 10.1109/TGRS.2019.2917012
- [5] Armon M., Dente E., Shmilovitz Y., Mushkin A., Cohen T.J., Morin E., Enzel Y. Determining Bathymetry of Shallow and Ephemeral Desert Lakes Using Satellite Imagery and Altimetry // *Geophysical Research Letters.* 2020. Vol. 47, No. 7. P. 1-9. DOI: 10.1029/2020gl087367
- [6] Zhu S., Liu B., Wan W., Xie H., Fang Y., Chen X., Li H., Fang W., Zhang G., Tao M., Hong Y. A New Digital Lake Bathymetry Model Using the Step-Wise Water Recession Method to Generate 3D Lake Bathymetric Maps Based on DEMs // *Water.* 2019. Vol. 11, No. 6. P. 1151–1170. DOI: 10.3390/w11061151
- [7] Casal G., Harris P., Monteys X., Hedley J., Cahalane C., McCarthy T. Understanding satellite-derived bathymetry using Sentinel 2 imagery and spatial prediction models // *GIScience and Remote Sensing.* 2019. Vol. 57, No. 3. P. 271-286. DOI: 10.1080/15481603.2019.1685198
- [8] Bian X., Shao Y., Tian W., Zhang C. Estimation of Shallow Water Depth Using HJ-1C S-band SAR Data // *Journal of Navigation.* 2015. Vol. 69, No. 1. P. 113-126. DOI: 10.1017/s0373463315000454
- [9] Wiehle S., Pleskachevsky A., Gebhardt C. Automatic bathymetry retrieval from SAR images // *CEAS Space Journal.* 2019. Vol. 11, No. 1. P. 105-114. DOI: 10.1007/s12567-018-0234-4

[10] Parrish C.E., Magruder L.A., Neuenschwander A.L., Forfinski-Sarkozi N., Alonzo M., Jasinski M. Validation of ICESat-2 ATLAS Bathymetry and Analysis of ATLAS's Bathymetric Mapping Performance // Remote Sensing. 2019. Vol. 11, No. 14. P. 1634-1653. DOI: 10.3390/rs11141634

[11] Datta R.T., Wouters B. Supraglacial lake bathymetry automatically derived from ICESat-2 constraining lake depth estimates from multi-source satellite imagery // The Cryosphere. 2021. Vol. 15, No. 11. P. 5155-5132. DOI: 10.5194/tc-15-5115-2021

[12] Neumann T.A., Brenner A., Hancock D., Robbins J., Saba J., Harbeck K., Gibbons A., Lee J., Luthcke S.B., Rebold T. et al. ATLAS/ICESat-2 L2A Global Geolocated Photon Data, Version 5. [ATL03]. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. 2021. DOI: 10.5067/ATLAS/ATL03.005. [03.05.2022]

[13] Moriasi D.N., Arnold J.G., Van Liew M.W., Bingner R.L., Harmel R.D., Veith T.L. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations // Transactions of the ASABE. 2007. Vol. 50, No. 3. P. 885-900.

[14] Franz K.J., Hogue T.S. Evaluating uncertainty estimates in hydrologic models: borrowing measures from the forecast verification community // Hydrology and Earth Systems Sciences. 2011. Vol. 15, No. 11. P. 3367-3382. DOI: 10.5194/hess-15-3367-2011

А. Е. Мұхамедина¹, Д. К. Абиева², Қ. М. Кулебаев³

¹Геоақпараттық технологиялар орталығының кіші ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

²Геоақпараттық технологиялар орталығының директоры а.к., г.ғ.к.
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

³Су ресурстары зертханасының ғылыми қызметкері
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ШАҒЫН КӨЛДЕРІН БАТИМЕТРИЯЛЫҚ КАРТАҒА ТҮСІРУ ҮШІН ICESat-2 ДЕРЕКТЕРІН ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ

Аннотация. Көлдердің батиметриясы су ресурстарын басқару мен гидрологиялық модельдеу саласында үлкен маңызға ие. Көлдерді батиметриялық картаға түсіру көбінесе борттық лидарлар, эхолоттар немесе сонарлар сияқты қымбат әдістерді қолдана отырып, жүзеге асырылды. ГАЖ дамуымен және қашықтықтан зондтау деректерінің пайда болуымен батиметриялық мәліметтерді алудың жаңа тәсілдері жасалды. Алайда, қашықтықтан зондтау деректері бойынша шағын көлдер үшін батиметриялық ақпарат алуға деген қызығушылықтың жоғары болуына қарамастан, үлкен аймақтар үшін және әртүрлі климаттық жағдайларда пайдалануға болатын сенімді әдістер әлі де жоқ.

Қашықтықтан зондтау деректері негізінде шағын көлдерді батиметриялық картаға түсірудің әртүрлі әдістері қарастырылады. Қазақстанның үш көлі бойынша батиметриялық ақпарат алу үшін, ICESat-2 жаңа спутнигінен деректері (мұз жамылғысы, бұлт жамылғысы және теңіз деңгейінен биіктікті бақылауға арналған спутник Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2) пайдаланылды. Көл батиметриясын алу үшін ICESat-2 бағалауда деректер сапасыны растау, далалық өлшеулерді пайдалана отырып жасалды.

Түйін сөздер: көл батиметриясы, мұз жамылғысы, бұлт жамылғысы және теңіз деңгейінен биіктікті бақылауға арналған спутник (Ice, Cloud, and land Elevation Satellite-2, ICESat-2), спутниктік альтиметрия деректері, синтезделген апертурасы бар радар (LCA), Жерді қашықтықтан зондтау (ЖКЗ), Қазақстан көлдері.

А. Е. Мухамедина¹, Д. К. Абиева², Қ. М. Кулебаев³

¹Младший научный сотрудник центра геоинформационных технологий
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

²К.г.н., и.о. директора центра геоинформационных технологий
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

³Научный сотрудник лаборатории водных ресурсов
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ICESat-2 ДЛЯ БАТИМЕТРИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР КАЗАХСТАНА

Аннотация. Батиметрия озер имеет большое значение в сфере управления водными ресурсами и гидрологического моделирования. Батиметрическое картирование озер преимущественно проводится с использованием дорогостоящих методов – бортовых лидаров, эхолотов или сонаров. С развитием ГИС и появлением дистанционного зондирования были разработаны новые подходы к извлечению батиметрических

данных. Однако, несмотря на высокую заинтересованность в получении батиметрической информации для малых озер с помощью дистанционного зондирования, до сих пор отсутствуют надежные методы, которые можно было бы использовать при различных климатических условиях и для больших территорий.

Обсуждаются различные способы батиметрического картирования малых озер посредством дистанционного зондирования. Данные нового спутника ICESat-2 (спутник для наблюдения за ледяным покровом, облачным покровом и высотой над уровнем моря, Ice, Cloud and Land Elevation Satellite-2) были использованы для получения батиметрической информации по трем озерам Казахстана. Оценка ICESat-2 для извлечения батиметрии озер проводилась с применением полевых измерений в качестве данных для валидации.

Ключевые слова: батиметрия озера, спутник для наблюдения за ледяным покровом, облачным покровом и высотой над уровнем моря (Ice, Cloud and Land Elevation Satellite-2, ICESat-2), данные спутниковой альтиметрии, радар с синтезированной апертурой (LCA), дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), озера Казахстана.

* * *

1 июня 2022 года на торжественном собрании, посвященном 75-летию Национальной академии наук РК, Председатель Правления АО «Институт географии и водной безопасности», доктор географических наук, академик НАН РК Медеу Ахметкал Рахметуллаевич за значительный вклад в развитие казахстанской географической науки был удостоен ордена «Күрмет».



* * *

12 июля 2022 года Институт географии и водной безопасности посетил Президент НАН РК, академик М.Ж. Журинов. На ученом совете М.Ж. Журинов торжественно вручил А. Р. Медеу Высшую награду Национальной академии наук РК – Золотую медаль Национальной академии наук РК за высокие научные достижения в географии, в частности в исследованиях природных опасностей и водных проблем Казахстана. М.Ж. Журинов также поблагодарил коллектив института географии и водной безопасности за самоотверженный труд и высокие достижения в науке.

Коллектив АО «Институт географии и водной безопасности» и редакционная коллегия журнала «География и водные ресурсы» от всей души поздравляет Ахметкала Рахметуллаевича с высокими наградами и желает дальнейших профессиональных успехов, крепкого здоровья и всего наилучшего!

Редакционная коллегия журнала «ГуВР»

МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS
Гидрология – Гидрология – Hydrology

- Архипов Е.В., Пятова Г.А., Пятков Е.А.* О результатах гидрологических наблюдений на озерах государственного национального природного парка «Бурабай» за 2019-2020 годы..... 3
 (*Arkhipov Ye.V., Pyatova G.A., Pyatov Ye.A.* On the results of hydrological observations on the lakes of the State national natural park «Burabay» for 2019-2020)
- Арыстамбекова Д.Д., Сайлаубек А.М.* Жайық алабы өзендерінің көпжылдық мұздық режимінің өзгерісін бағалау..... 12
 (*Arystambekova D.D., Sailaubek A.M.* Assessment of changes in the long-term ice regime of the Zhaiyk river basin)

**Геоморфология және экзогендік үрдістер – Геоморфология и экзогенные процессы –
 Geomorphology and exogenous processes**

- Тарихазер С.А.* Геолого-геоморфологический анализ оползневых процессов в заповеднике «Гобустан» в целях туристско-рекреационной деятельности..... 19
 (*Tarikhazer S.A.* Geological and geomorphological analysis of landslide processes in the reserve «Gobustan» for the purpose of tourist and recreation activities)
- Tsereteli E., Bolashvili N., Gaprindashvili G., Gaprindashvili M.* Mudflow processes in Georgia..... 28
 (*Церетели Э., Болашвили Н., Гаприндашвили Г., Гаприндашвили М.* Селевые процессы в Грузии)
- Вейсов С.К., Хамраев Г.О.* Особенности проведения фитомелиоративных работ для защиты инженерных объектов от дефляционных процессов в пустыне Каракум..... 35
 (*Veisov S.K., Hamrayev G.O.* Features of phytomeliorative works to protect engineering facilities from deflation processes in the Karakum desert)

Геоақпараттық технологиялар – Геоинформационные технологии – Geoinformation technologies

- Mukhamedina A.Ye., Abiyeva D.K., Kulebayev K.M.* Assessment of the potential use of ICESat-2 data for bathymetric mapping of small lakes of Kazakhstan..... 43
 (*Мухамедина А.Е., Абиева Д.К., Кулебаев К.М.* Оценка возможности использования данных ICESat-2 для батиметрического картирования малых озер Казахстана)
- Хроника..... 50
 (Chronicle)

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. ... (русс. 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 подрисовочных подписях. В подрисовочной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисовочные 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: ingeo@mail.kz и journal.ingeo@gmail.com

Сайт: <http://www.journal.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 бел-гілі 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 жөндеуге 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 статьи 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 15.09.2022 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 3,7 п.л.
Таралымы 300 дана.

Подписано в печать 15.09.2022.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 3,7 п.л.
Тираж 300.

Passed for printing on 15.09.2022.
Format 60x88¹/₈. Offset paper.
Printing – risograph. 3,7 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
ОО «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