

ISSN 1998 – 7838

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**

**4**

**ҚАЗАН – ЖЕЛТОҚСАН 2021 ж.  
ОКТЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2021 г.  
OCTOBER – DECEMBER 2021**

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 докторы **И. Б. Скоринцева**, география ғылымының кандидаты **С. К. Алимкулов**

Редакция алқасы:

ҚР ҰҒА академигі, география ғылымының докторы **И. В. Северский**; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; география ғылымының докторы **В. П. Благовещенский**; Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), докторы, профессоры **Цун Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **О. Б. Мазбаев**; география ғылымының докторы **С. А. Тарихазер** (Әзірбайжан); география ғылымының докторы **И. М. Мальковский**; география ғылымының докторы **У. И. Муртазаев** (Тәжікстан); география ғылымының докторы **А. Н. Нигматов** (Өзбекстан); география ғылымының кандидаты **Т. Г. Токмагамбетов**; география ғылымының докторы **Л. С. Толубаева**; география ғылымының кандидаты **Р. Ю. Токмагамбетова**; докторы, климатологияның қауымдастырылған профессоры **М. Шахгеданова** (Ұлыбритания); докторы, профессоры **Ю. Шур** (АҚШ); география ғылымының докторы **Д. Т. Чонтоев**; ғылыми қызметкер **О. В. Радуснова** (жауапты хатшы)

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

Заместители главного редактора:  
доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, кандидат географических наук **С. К. Алимкулов**

Редакционная коллегия:

академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор географических наук **В. П. Благовещенский**; академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цун Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **О. Б. Мазбаев**; доктор географических наук **С. А. Тарихазер** (Азербайджан); доктор географических наук **И. М. Мальковский**; доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикистан); доктор географических наук **А. Н. Нигматов** (Узбекистан); кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**; доктор географических наук **Л. С. Толубаева**; кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, ассоциированный профессор климатологии **М. Шахгеданова** (Великобритания); доктор, профессор **Ю. Шур** (США); доктор географических наук **Д. Т. Чонтоев**; научный сотрудник **О. В. Радуснова** (ответственный секретарь)

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

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

Editorial Board:  
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geographical Sciences **V. P. Blagoveshchenskiy**; 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 **S. A. Tarikhazer** (Azerbaijan); Doctor of Geographical Sciences **I. M. Malkovskiy**; Doctor of Geographical Sciences **U. I. Murtazayev** (Tajikistan); Doctor of Geographical Sciences **A. N. Nigmatov** (Uzbekistan); Ph.D. **T. G. Tokmagambetov**; Doctor of Geographical Sciences **L. S. Toleubayeva**; Ph.D. **R. Yu. Tokmagambetova**; Dr., Associate Professor in Climate Science **M. Shahgedanova** (UK); Doctor, Full professor **Yu. Shur** (USA); Doctor of Geographical Sciences **D. T. Chontoev**; Researcher **O. V. Radusnova** (Senior Secretary)

«География и водные ресурсы»  
ISSN 1998 – 7838

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 Министерством 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: [geography.geoecology@gmail.com](mailto:geography.geoecology@gmail.com); [ingeo@mail.kz](mailto:ingeo@mail.kz)  
Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>



## 30 ЛЕТ НЕЗАВИСИМОСТИ КАЗАХСТАНА

**День Независимости Казахстана** – главный национальный праздник республики. Эта дата отмечается в Казахстане ежегодно 16 декабря.

Дата Дня Независимости Казахстана не случайна. 16 декабря 1991 года Верховный Совет Казахстана принял закон о Независимости и государственном суверенитете республики. После распада СССР Казахская Советская Социалистическая Республика стала последней на постсоветском пространстве, провозгласившей свой государственный суверенитет.

В День Независимости Казахстана по всей республике проходят массовые народные гуляния. Уже сложилась традиция в преддверии праздника награждать выдающихся граждан Казахстана – деятелей культуры, искусства, спорта, политики. Во многих населённых пунктах страны проводятся праздничные мероприятия и концерты. Также традиционными стали салюты и фейерверки в честь обретения Независимости.

Республика Казахстан является молодым независимым государством. Однако за этот период в стране произошли крупномасштабные государственные преобразования. Был учрежден двухпалатный Парламент, создана судебная система, построена новая столица. У страны появились Вооруженные Силы, Республиканская гвардия, пограничные войска и военно-морской флот.

Существовавшая система экономики радикально преобразована, сегодня мы живем в стране развивающейся рыночной экономикой, способной интегрироваться в мировую экономическую систему.

Казахстан стал лидирующим государством среди СНГ и Восточной Европы по привлечению иностранных инвестиций. Также были проведены существенные реформы в социальной и пенсионной сферах. Казахстан добровольно отказался от ядерного оружия на своей территории и провозгласил себя страной, свободной от ядерного оружия.

За годы независимости Казахстан стал полноправным членом Организации Объединенных Наций (ООН), а также участником Организации по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ), Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), Содружества Независимых Государств (СНГ), Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Организации договора о коллективной безопасности (ОДКБ).

Международная политика Казахстана направлена на достижение гарантий суверенитета и независимости нашего государства. Для установления дружественных отношений с зарубежными странами была проведена огромная плодотворная работа. Свыше 120 стран официально признали и установили дипломатические отношения с Казахстаном. Страна укрепляет сотрудничество с наиболее влиятельными международными организациями, такими, как Евросоюз, Европейский банк реконструкции и развития, Международный валютный фонд, МАГАТЭ, Красный Крест, ЮНЕСКО и др. Казахстан присоединился более чем к 40 многосторонним и 700 двусторонним соглашениям и договорам.

Сегодня можно с уверенностью сказать, что Казахстан стал известным на международной арене и занял достойное место среди стран мира.

Первый Президент РК – Елбасы Нурсултан Назарбаев сказал: «За эти годы Казахстан прошел нелегкий путь, на который у других государств уходили столетия. Это стало возможным благодаря поддержке нашего народа. Без этого мы не смогли бы создать сегодняшний Казахстан. И каждому из вас я адресую слова своей искренней благодарности. Мы прошли тернистый путь, и

нашей наградой стала жизнь в благополучном и процветающем государстве, где во главу угла поставлены мир, стабильность и наше единство».

Можно вспомнить наиболее запоминающиеся события, которые стали вехами на пути суверенного развития Казахстана.

В 2012 году принята Стратегия «Казахстан-2050».

В 2014 году подписан Договор о создании Евразийского экономического союза.

В 2015 году принят План нации «100 конкретных шагов» для реализации пяти институциональных реформ. Казахстан вступил во Всемирную торговую организацию.

В 2017 году Казахстан стал первой страной Центральной Азии, избранной непостоянным членом Совета Безопасности ООН на 2017–2018 годы, ему было доверено провести Международную выставку «ЭКСПО-2017».

В 2018 году создан Международный финансовый центр «Астана» и состоялось окончательное оформление границ на воде – подписана Конвенция о правовом статусе Каспийского моря.

В 2019 году проведены выборы нового Президента Республики Казахстан, обеспечена преемственность стратегического курса Елбасы.

За годы независимости в 17 раз увеличился объём ВВП Казахстана. Международные резервы РК выросли до \$90,9 млрд.

Валовый приток прямых иностранных инвестиций составил порядка \$ 400 млрд.

Казахстан занимает первое место в СНГ по объёму чистых прямых иностранных инвестиций на душу населения.

В настоящее время доля малого и среднего бизнеса в экономике составляет около 33%, количество занятых в этом секторе 3,4 млн чел.

За годы независимости 181,4 млн м<sup>2</sup> жилья сдано в эксплуатацию.

Промышленность суверенного Казахстана освоила выпуск более 500 новых видов продукции.

За 30 лет Казахстан состоялся как зрелое демократическое государство с устойчивыми государственными институтами и сильной конкурентоспособной экономикой. Полностью интегрировался в мировую торгово-экономическую систему и проявил себя как надёжный партнер. Сформировался как экономический лидер Центрально-Азиатского региона. Обеспечил внутриполитическую, межэтническую и межконфессиональную стабильность. Укрепился на международной арене как авторитетное и стабильное государство с многовекторным и сбалансированным внешнеполитическим курсом.

Нельзя не отметить роль Первого Президента, благодаря которому в стране многое было достигнуто. Он руководил страной еще до обретения Независимости. Как отметил Глава государства Касым-Жомарт Токаев: «Для Казахстана – страны с богатой историей и глубокими корнями – нет большей ценности (чем независимость – *ред.*). Это самое драгоценное сокровище, самое сокровенное достояние. Поэтому мы дорожим Независимостью, о которой мечтали наши предки. Суверенитет – это бесценное благо, которым обладает не каждый народ. Летопись нашей Независимости тесно связана с исторической фигурой Первого Президента – Елбасы».

Умение нынешнего Президента Казахстана мобилизовать имеющиеся ресурсы общества продолжает играть существенную и определяющую роль в модернизационных процессах современности: «Мы создали новый Казахстан – Ылы Дала Елі, Страну Преображенной Великой Степи. Выполняя План нации, мы раздвигаем горизонты нашей Эры Восхождения Нации, используем все возможности, которые достигнуты нами за годы независимости и которые нам дает глобальное развитие. Сейчас мы примеряемся к самым успешным глобальным моделям развития экономики, государства и общества».

Анализируя пройденный Республикой Казахстан путь, можно отметить, что за этот небольшой исторический промежуток времени удалось успешно решить ряд проблем, связанных с проведением экономических и политических преобразований, достигнуть значительных успехов на пути построения демократического государства с рыночной экономикой. Этому способствовали правильно определенные приоритеты, проведение сбалансированной внутренней и внешней политики, а также последовательность в достижении поставленных целей.

*Скоринцева И. Б., д.г.н., управляющий директор  
центра географических исследований*

УДК 550.837

А. Р. Медеу<sup>1</sup>, А. В. Пиманкин<sup>2</sup>, М. И. Гонтарь<sup>3</sup>, Н. В. Пиманкина<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Академик НАН РК, д.г.н., директор (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup> Геолог (ТОО «КазГеоплюс», Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup> Геофизик (ТОО «КазГеоплюс», Алматы, Казахстан)

<sup>4</sup> К.г.н., руководитель лаборатории мониторинга динамики снежных и ледовых ресурсов (Центрально-Азиатский региональный гляциологический центр, Алматы, Казахстан)

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КАМЕННОГО ГЛЕТЧЕРА МОРЕННЫЙ

**Аннотация.** Представлены результаты полевых исследований Института географии и водной безопасности Казахстана и ЦАРеГЦ совместно с ТОО «КазГеоплюс» на камennom глетчере Моренный в 2021 г. На основе полученных данных наземного радиозондирования и электроразведки выявлены зоны мерзлых каменно-ледяных отложений и талых обводненных участков. Результаты выполненных исследований подтверждают ранние предположения о наличии больших объемов воды, аккумулированной в теле каменного глетчера.

**Ключевые слова:** зондирование, каменный глетчер, толщина льда, электроразведка.

**Введение.** В специальном обобщении «Океан и криосфера в изменяющемся климате», подготовленном для 6-го Оценочного доклада МГЭИК, отмечается, что наблюдения показывают общее сокращение в последние десятилетия снежного покрова, ледников и вечной мерзлоты вследствие изменения климата [1]. Соответственно изменяются частота и мощность проявления природных опасностей, а также объем и сезонность речного стока, что особенно важно для сельского хозяйства. В относительно засушливом регионе Центральной Азии талые снеговые и ледниковые воды формируют не менее 80% возобновляемых водных ресурсов. В этой связи требуется оценка водных ресурсов, аккумулированных в виде снега и льда в высокогорных районах.

Мониторинг состояния криосферы и ее динамики послужат основой прогнозирования стока рек. В настоящее время возрос интерес к гляциально-мерзлотным каменным образованиям, или иначе каменным глетчерам (КГ), содержащим значительное количество пресной воды в виде льда, который менее подвержен вытаиванию при повышении температуры воздуха, чем лед открытой поверхности ледников [2].

В 2018 г. была учреждена Рабочая группа по изучению КГ при Международной ассоциации криосферных наук с целью расширить возможности определения толщины КГ, создания моделей таяния, изучения их движения. Для исследования внутреннего строения КГ широко применяют геофизические методы. Так, с помощью комплекса электротомографии, сейсморазведки и георадара получены данные о строении КГ в Альпах [3, 4], хребте Колорадо США [5]. Методы электроразведки применялись при исследовании КГ на Алтае [6, 7]. Комплекс современных технологий был использован для оценки мощности мерзлых пород в Иле Алатау [8-11].

**Цель исследования** – дать предварительную оценку условий льдосодержания фронтальной части каменного глетчера с помощью комплекса электроразведочных методов.

**Район исследований.** Для изучения внутреннего строения выбран КГ Моренный, который расположен в долине реки Улкен Алматы, в 5 км южнее Большого Алматинского озера. Согласно оценке А. П. Горбунова, в районе БАО выявлено 9 активных каменных глетчеров [12].

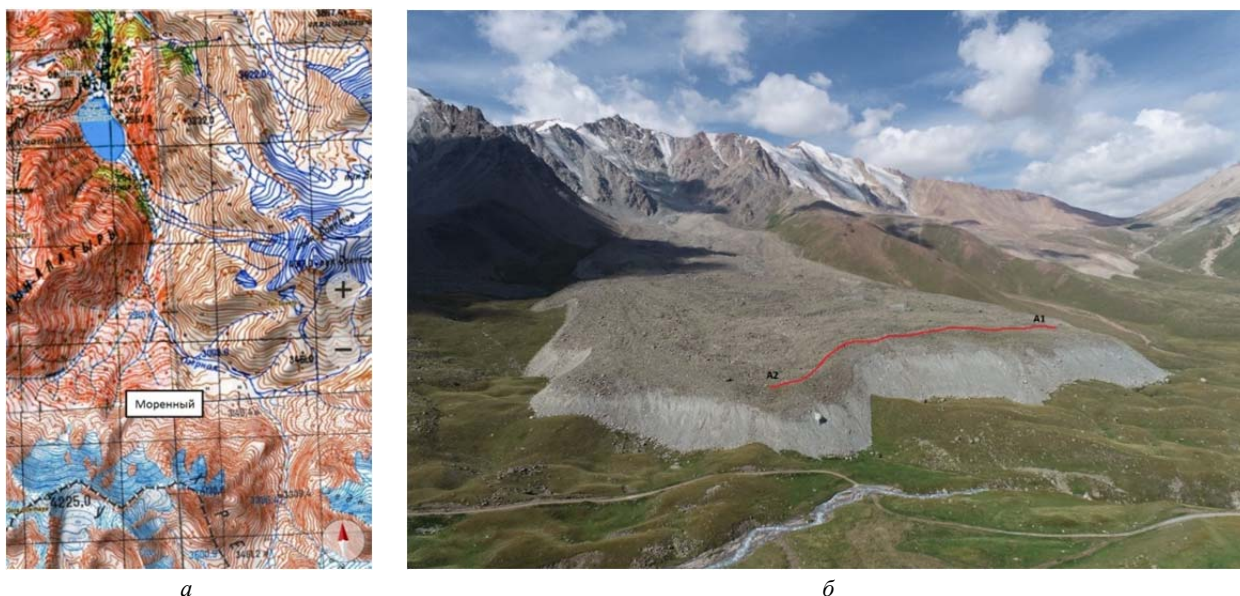


Рисунок 1 – Каменный глетчер Моренный на карте (а) и на снимке 07.08.2021 г. (б) с нанесенным профилем зондирования А1-А2. Фото А.В. Пиманкина

КГ Моренный расположен на высотах 3000-3400 м и имеет длину около 1200 м (рисунок 1). В настоящее время, по мнению специалистов, КГ Моренный является активным глетчером. Движение его носит пульсирующий характер. В центральной части глетчера скорость движения составляла 1-3 м/год, по краям – 0,5-1 м/год [13].

Геологическое обследование показало, что в изучаемом районе преобладают красные и серые биотит-роговообманковые граниты и гранодиориты. Характерны крупнообломочные каменные развалы и грубообломочные осыпи.

Климатические условия района развития каменного глетчера могут быть охарактеризованы на основе данных метеорологической станции «БАО», которая расположена на 500 м ниже языка глетчера. Средние годовые январская и августовская температуры воздуха составляют 1,3-8,9 и 10,9 °С соответственно [14]. Годовая сумма осадков 820 мм, при этом в ноябре-марте выпадает 180 мм. Весной высота снежного покрова в среднем достигает 70 см и более. Сезонное промерзание обычно начинается в октябре-ноябре. В гляциально-нивальном поясе повсеместно распространены многолетнемерзлые породы.

**Методика проведения работ.** Для изучения строения каменного глетчера применён комплекс электроразведочных методов – электротомография (ЭТ) и георадиолокационное зондирование (ГРЛЗ). Расположение профиля А1-А2 приведено на рисунке 1. Измерения методом электротомографии проводились с помощью электроразведочной станции «Скала-64К15Е». При измерениях методом электротомографии последовательность подключения электродов соответствовала симметричной установке Шлюмберже ( $AB_{max} = 360\text{м}$ ), при этом глубинность исследований составляла до 40 м. Заземление электродов велось с поливом солёной воды, что снизило сопротивление заземлений до приемлемых значений. Инверсию данных электротомографии проводили в рамках двухмерных моделей с учётом рельефа в программе Res2Dinv. Начало и конец профиля, а также набор точек с интервалом 1 м записывались с помощью геодезического оборудования Trimble R9s в режиме RTX. В результате получены разрезы удельного электрического сопротивления по профилям (геоэлектрические разрезы).

Георадиолокационное зондирование проводилось по тому же профилю, что и электроразведка. Измерения осуществлялись георадаром Mala Geoscience с антенным блоком 50 МГц, который позволяет получать георадиолокационные разрезы глубиной до 30 м при разрешающей способности 1 м. Для обработки полученных радарограмм использовалась программа ReflexW. Граф обработки включал в себя вычитание среднего, усиление профиля по глубине и задание рельефа.

Отметим, что в исследованиях, проведенных в разные годы в долине р. Улкен Алматы [8, 9], применялись станции модели «Скала-48». Результаты, представленные в [10, 11], основаны на



данных зондирования методом ЗСБ, особенностью которого являются большая глубинность исследований до 2-3 км и, по нашему мнению, потеря детальности.

**Результаты исследований.** На рисунке 2 показан геоэлектрический разрез, полученный во фронтальной зоне КГ Моренный. Профиль электротомографии А1-А2 протяженностью 600 м заложен поперек оси движения КГ и начинался в восточной части КГ Моренный (абс. высота 3057 м) и поднимался вверх, пересекая понижения и повышения рельефа, до отметки 3070 м.

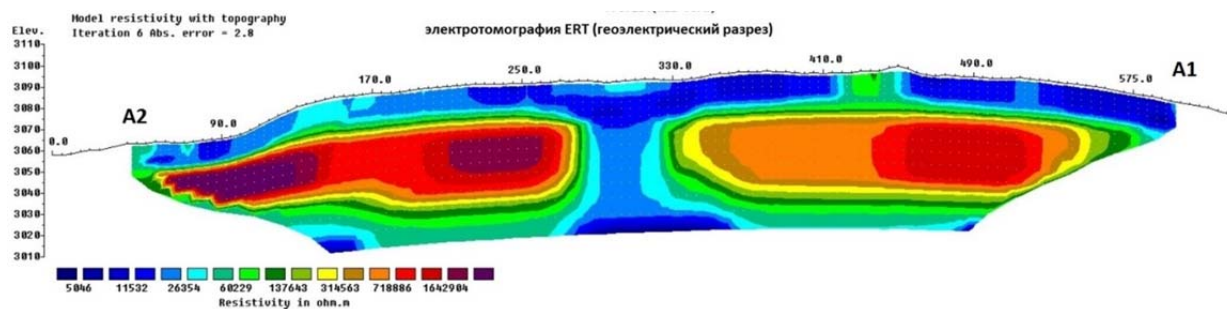


Рисунок 2 – Геоэлектрический разрез фронтальной зоны каменного глетчера Моренный.  
По вертикальной оси – высота, м. Шкала представляет удельное электрическое сопротивление, Ом·м

Разрез характеризуется значительной вертикальной и горизонтальной неоднородностью. Горизонт низкого удельного электрического сопротивления (УЭС, 5-30 кОм·м) ассоциируется с поверхностным слоем увлажненных рыхлых отложений мощностью до 10 м и более. Ниже по разрезу выделяется слой высокоомных аномалий, который интерпретируется как каменно-ледяные отложения. На рисунке 2 они выделены темным цветом, УЭС более 160 кОм·м. Возможно, максимальные значения УЭС характеризуют существование линз или блоков льда. Слой разделяется аномалией пониженного УЭС, которое может быть объяснено наличием талых обводненных отложений. Мощность слоя мерзлых пород или, возможно, льда составляет 15-20 м.

На рисунке 3 приведена радарограмма обследования на низкой частоте (50 МГц). Значительная разница в значениях диэлектрической проницаемости пресного льда ( $\epsilon=3$ ) и воды ( $\epsilon=81$ ) даёт возможность проследить границу талых и мёрзлых отложений. По данным ГРЛ определена глубина кровли каменно-ледяных отложений. Глубина залегания изменяется по профилю, но в среднем составляет 10-20 м, что соответствует данным электротомографии (рисунок 3).

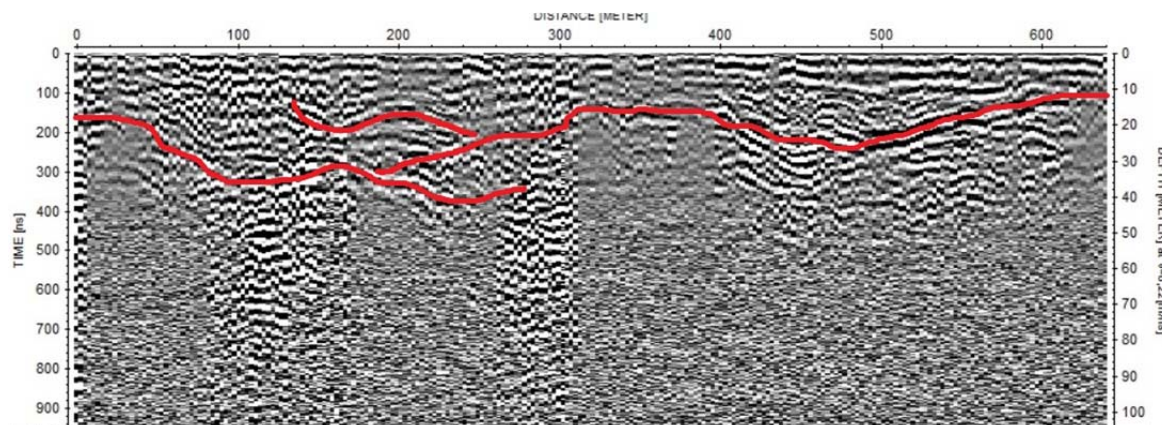


Рисунок 3 – Георадиолокационный разрез R1-R2  
с границей залегания кровли каменно-ледяных отложений каменного глетчера

**Выводы.** Полученные данные позволяют в первом приближении оценить геологическое и геокриологическое строение фронтальной зоны каменного глетчера Моренный. Для него характерны высокие значения удельного электрического сопротивления отложений, залегающих на глубине 10 м и более от поверхности. Под чехлом рыхлых грубообломочных отложений залегает

комплекс мерзлых суглинков, супесей, гравийно-галечного материала с прослоями льда или, возможно, блоки чистого льда. Слой с максимальными значениями удельного электрического сопротивления (более 100 кОм·м) прерывается участками талых пород и водонасыщенных отложений. Предварительные исследования показали, что значительная вертикальная и горизонтальная неоднородность строения каменного глетчера, наличие ручьев в прифронтальной области, развитие крупных термокарстовых озер на глетчере требуют дальнейшего изучения и анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Hock, R., G. Rasul, C. Adler, B. Cáceres, S. Gruber, Y. Hirabayashi, M. Jackson, A. Kääb, S. Kang, S. Kutuzov, A. Milner, U. Molau, S. Morin, B. Orlove, and H. Steltzer, 2019: High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press. Available from [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) Дата обращения 12.05.2021.

[2] Wagner T., Kainz S., Fischer A., Avian M., Krainer K., Winkler G. Assessment of liquid and solid water storage in rock glaciers versus glacier ice in the Austrian Alps // Science of the Total Environment 800 (2021) 149593 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149593>

[3] Maurer H., Hauck C. Instruments and methods geophysical imaging of alpine rock glaciers // Journal of Glaciology. – 2007. – V. 53, № 180. – P. 110-120.

[4] Hausmann H., Krainer K., Bruckl E., Ullrich C. Internal structure, ice content and dynamics of Olgrube and Kaiserberg rock glaciers (Otzal Alps, Austria), determined from geophysical surveys // Austrian Journal of Earth Sciences. – 2012. – Vol. 105, N 2. – P. 12-31. [https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat\\_215816.pdf](https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_215816.pdf)

[5] Leopold M., Williams M.W., Caine N., Volkel J., Dethier D. Internal structure of the Green Lake 5 Rock Glacier, Colorado Front Range, USA // Permafrost and Periglacial Processes. 2011. Vol. 22, N 2. P. 107-119. DOI: 10/1002/PPP.706

[6] Дьякова Г.С., Оленченко В.В., Останин О.В. Применение метода электротомографии для изучения внутреннего строения каменных глетчеров Алтая // Лёд и снег. – 2017. – Т. 57, № 1. – С. 69-76. doi:10.15356/2076-6734-2017-1-69-76.

[7] Дьякова Г.С., Горевячева А.А., Останин О.В., Оленченко В.В., Бирюков Р.Ю. Геофизические исследования внутреннего строения гляциально-мерзлотных каменных образований Центрального Алтая // Лёд и снег. – 2020. – Т. 60, № 1. – С. 109. doi: 10.31857/S2076673420010027.

[8] Северский Э.В., Оленченко В.В., Горбунов А.П. Влияние локальных факторов на распространение толщи мерзлых пород перевала Жосалыкезень (Северный Тянь-Шань) // Криосфера Земли. – 2014. – Т. XVIII, № 4. – С. 13-22.

[9] Галанин А.А., Оленченко В.В., Христофоров И.И., Северский Э.В., Галанина А.А. Высокодинамичные каменные глетчеры Тянь-Шаня // Криосфера Земли. – 2017. – Т. XXI, № 4. – С. 58-74. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2017-4(58-74).

[10] Желтенкова Н.В., Кошурников А.В., Гагарин В.Е., Скосарь В.В., Брушков А.В., Спирякова К.А., Агапкин И.А., Хименков А.Н. Применение методов электромагнитного зондирования для предупреждения опасных геокриологических процессов // Сборник докладов расширенного заседания научного совета по криологии Земли РАН «Актуальные проблемы геокриологии», МГУ, 15-16 мая 2018 г. – М., 2018. – Т. 2, ч. 6. – С. 145-149.

[11] Желтенкова Н.В., Гагарин В.Е., Кошурников А.В., Набиев И.А. Режимные геокриологические наблюдения на высокогорных перевалах Тянь-Шаня // Арктика и Антарктика. – 2020. – № 3. – С. 25-43. DOI: 10.7256/2453-8922.2020.3.33535 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=33535](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=33535)

[12] Горбунов А.П., Титков С.Н. Каменные глетчеры гор Средней Азии. – Якутск: ИМЗ СО РАН СССР, 1989. – 164 с.

[13] Горбунов А.П., Горбунова И.А. География каменных глетчеров и их аналогов в Евразии. – Алматы, 2013. – 184 с.

[14] Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. – Алматы, 2004. – Вып. 14. – 562 с.

#### REFERENCES

[1] Hock, R., G. Rasul, C. Adler, B. Cáceres, S. Gruber, Y. Hirabayashi, M. Jackson, A. Kääb, S. Kang, S. Kutuzov, A. Milner, U. Molau, S. Morin, B. Orlove, and H. Steltzer, 2019: High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press. Available from [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) Дата обращения 12.05.2021.

[2] Wagner T., Kainz S., Fischer A., Avian M., Krainer K., Winkler G. Assessment of liquid and solid water storage in rock glaciers versus glacier ice in the Austrian Alps // Science of the Total Environment 800 (2021) 149593 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149593>

[3] Maurer H., Hauck C. Instruments and methods geophysical imaging of alpine rock glaciers // Journal of Glaciology. Vol. 53, N 180. P. 110-120.

[4] Hausmann H., Krainer K., Bruckl E., Ullrich C. Internal structure, ice content and dynamics of Olgrube and Kaiserberg rock glaciers (Otzal Alps, Austria), determined from geophysical surveys// Austrian Journal of Earth Sciences. 2012. Vol. 105, N 2. P. 12-31. [https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat\\_215816.pdf](https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_215816.pdf)

[5] Leopold M., Williams M.W., Caine N., Volkel J., Dethier D. Internal structure of the Green Lake 5 Rock Glacier, Colorado Front Range, USA // Permafrost and Periglacial Processes. 2011. Vol. 22, N 2. P. 107-119. DOI: 10/1002/PPP.706

[6] Dyakova G.S., Olenchenko V.V., Ostanin O.V. Application of the method of electrotomography to study the internal structure of stone glaciers in Altai // Ice and Snow. 2017. Vol. 57, N 1. P. 69-76. doi:10.15356/2076-6734-2017-1-69-76 (in Russ.).



- [7] Dyakova G.S., Goreyavcheva A.A., Ostanin O.V., Olenchenko V.V., Biryukov R.Yu. Geophysical studies of the internal structure of glacial-permafrost stone formations in the Central Altai // *Ice and Snow*. 2020. Vol. 60, N 1. P. 109. doi: 10.31857/S2076673420010027 (in Russ.).
- [8] Seversky E.V., Olenchenko V.V., Gorbunov A.P. Influence of local factors on the distribution of the frozen rocks of the Zhosalykezen Pass (Northern Tien Shan) // *Cryosphere of the Earth*. 2014. Vol. XVIII, N 4. P. 13-22 (in Russ.).
- [9] Galanin A.A., Olenchenko V.V., Khristoforov I.I., Seversky E.V., Galanina A.A. Highly dynamic stone glaciers of the Tien Shan // *Cryosphere of the Earth*. 2017. Vol. XXI, N 4. P. 58-74. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2017-4(58-74) (in Russ.).
- [10] Zheltenkova N.V., Koshurnikov A.V., Gagarin V.E., Skosar V.V., Brushkov A.V., Spiriyakova K.A., Agapkin I.A., Khimenkov A.N. Application of electromagnetic sounding methods to prevent dangerous geocryological processes // *Collection of reports of the extended meeting of the Scientific Council on Earth Cryology RAS "Actual problems of geocryology"*, Moscow State University, May 15-16, 2018. M., 2018. Vol. 2, part 6. P. 145-149 (in Russ.).
- [11] Zheltenkova N.V., Gagarin V.E., Koshurnikov A.V., Nabiev I.A. Regime geocryological observations on the high mountain passes of the Tien Shan // *Arktika i Antarktika*. 2020. N 3. P. 25-43. DOI: 10.7256/2453-8922.2020.3.33535 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=33535](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=33535) (in Russ.).
- [12] Gorbunov A.P., Titkov S.N. Stone glaciers of the mountains of Central Asia. Yakutsk: IMZ SB RAS USSR, 1989. 164 p. (in Russ.).
- [13] Gorbunov A.P., Gorbunova I.A. Geography of stone glaciers and their analogues in Eurasia. Almaty, 2013. 184 p. (in Russ.).
- [14] Reference book on the climate of Kazakhstan. Multi-year data. Almaty, 2004. Issue 14. 562 p.

**А. Р. Медеу<sup>1</sup>, А. В. Пиманкин<sup>2</sup>, М. И. Гонтарь<sup>3</sup>, Н. В. Пиманкина<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі, география ғылымдарының докторы, директор («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup> Геолог («KazGeoplus» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup> Геофизик («KazGeoplus» ЖШС, Алматы, Қазақстан)

<sup>4</sup> Г.ғ.к., қар және мұз ресурстарының динамикасын бақылау зертханасының меңгерушісі (Орталық Азия аймақтық гляциологиялық орталығы, Алматы, Қазақстан)

## **МОРЕН ТАСЫН ГЛЕЙЧЕРДІ ГЕФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУДІҢ АЛҒАШҚЫ НӘТИЖЕЛЕРІ**

**Аннотация.** Қазақстанның География және су қауіпсіздігі институтының және CAREGC компаниясының «Kazgeoplus» ЖШС-мен бірлесіп Моренный тау мұздығындағы 2021 жылғы далалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Жер үсті радиозондылау және электрлік барлау жұмыстарының деректері негізінде мұздатылған тау жыныстарының аймақтары. -мұз шөгінділері мен еріген суару аймақтары анықталды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері тау жыныстарының мұздықтарының денесінде жиналған үлкен көлемдегі судың болуы туралы ертедегі болжамдарды растайды.

**Түйін сөздер:** зондтау, тау жыныстарының мұздығы, мұздың қалыңдығы, электр барлау.

**A. R. Medeu<sup>1</sup>, A. V. Pimankin<sup>2</sup>, M. I. Gontar<sup>3</sup>, N. V. Pimankina<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Academician NAS RK, Doctor in Geography, Director (JSC «Institute of geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup> Geologist (LLP «KazGeoplus », Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup> Geophysist (LLP «KazGeoplus», Almaty, Kazakhstan)

<sup>4</sup> C.g.s., head of laboratory of monitoring of snow and ice resources (Central-Asian Regional Glaciological Centre, Almaty, Kazakhstan)

## **PRELIMINARY RESULTS OF GEOPHYSICAL STUDIES ON THE MORENNY ROCK GLACIER**

**Abstract.** The results of field surveys of the Institute of geography and water safety, LLP “CARGC” and LLP “KazGeoplus” on the Morenny rock glacier in 2021 are presented. Data of GPR-sounding and electrical resistivity tomography have made it possible to distinguish zones of frozen rock-ice deposits and melt watered layers. Results of conducted surveys have confirmed early assumptions about great amount of water accumulated in the rock glaciers.

**Keywords:** electical sounding, geoelectrical survey, ice depth, rock glacier.

ӘӨЖ 911.2; 63:001.12/18; 631:153

**В. С. Крылова<sup>1</sup>, И. Б. Скоринцева<sup>2</sup>, Т. А. Басова<sup>3</sup>, Г. Алдажанова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Г.ғ.к., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының аға ғылыми қызметкері  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Г.ғ.д., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының жетекшісі  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Б.ғ.к., ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының бас ғылыми қызметкері  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>4</sup>Ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясының ғылыми қызметкері  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

## **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ИГЕРУ ЖЕРЛЕРІНІҢ ДЕГРАДАЦИЯЛАНУЫН БАҒАЛАУ**

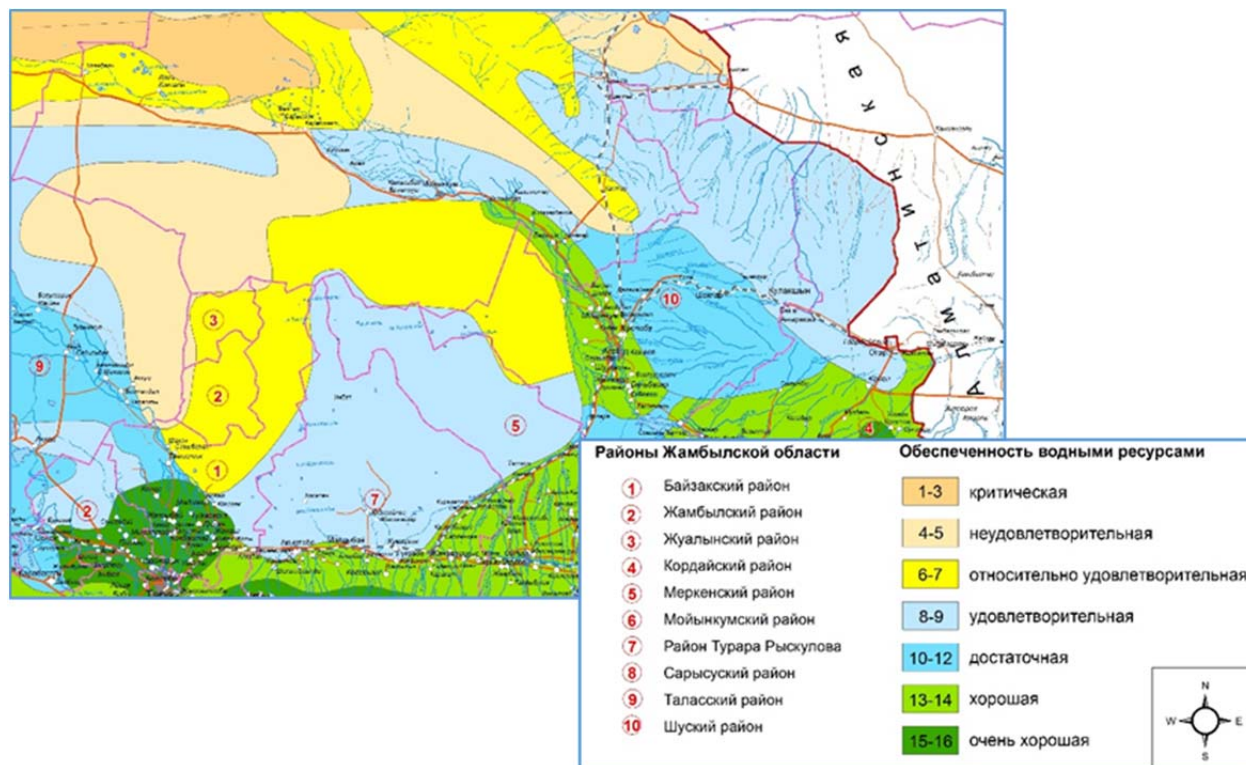
**Аннотация.** «ҚР БҒМ География және су қауіпсіздігі институты» АҚ-ың ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері лабораториясында АР05132212 гранттық қаржыландыру шеңберінде өткізілген Жамбыл облысының ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациялануын зерттеудің нәтижелері көрсетілген. Далалық зерттеулер, мониторингтік бақылаулар және ЖҚЗ деректері негізінде ауыл шаруашылығы алқаптарының қазіргі заманғы экологиялық ахуалына баға берілді және олардың деградациялану деңгейі белгіленді. Ауыл шаруашылығы жерлерінің жай-күйін бағалаудың картографиялық үлгілері көрсетілді, олардың деградациялануын болдыртпау және алдын алу бойынша табиғатты қорғау іс-шаралары ұсынылды.

**Түйін сөздер:** жердің деградациялануы, ауыл шаруашылығын игеру жерлері, жер ресурстары, картографиялық үлгілер, табиғатты қорғау іс-шаралары.

**Кіріспе.** Бүгінде Қазақстанда ауыл шаруашылық табиғатын ұтымды пайдалану тұжырымдамасын құру кезінде ауыл шаруашылығына қамтылған жерлердің жай-күйін зерттеу басымдыққа ие болуда. Олар республиканың тұрақты дамуға көшу тұжырымдамасымен толық келіседі. Осы тұжырымдаманың қағидаттарына негізделген экологиялық зерттеулер шеңберінде шөлейттену жағдайында дамып келе жатқан ауыл шаруашылығын игеру жерлерінің деградациялану деңгейін зерттеу, олардың өзін-өзі реттеу және қалпына келтіру мүмкіндігін айқындау, экологиялық ауыл шаруашылығын нормалау үшін олардың даму бағыттары мен нысандарын анықтау басталды.

**Зерттеу әдістемесі.** Жамбыл облысының ауыл шаруашылығы жерлерін зерттеу және картографиялау ауданның ауыл шаруашылық даму заңдылықтарын және кеңістіктік-уақыттық ерекшеліктерін бағалауға мүмкіндік беретін жүйелі, тарихи-географиялық, типологиялық және аудандық тәсілдерден негізделді. Картографиялық тәсіл облыстың ауыл шаруашылығында пайдаланылатын жерлердің деградациялану деңгейін және масштабтарын көрсететін негізгі әдіс болып табылды. Таңдалған бағалау критерийлері мен жерлердің деградациялану дамуының көрсеткіштерінің басымдылығы DPSIR (Driving forces – Pressure – State – Impact – Response) концептуалды сызбасына, жерлердің деградациялану критерийлері мен индикаторларын орнату бойынша әдістік және әдістемелік әзірлемелеріне (FAO, LADA и др.) сәйкес анықталды. Бұл ауыл шаруашылығы жерлерін бағалау және картографиялау үшін олардың кешенділігін өңдеуге мүмкіндік берді. Көрсетілген картографиялық кеңістіктік іспеттес үлгілер зерттеудің негізгі құралы ретінде және бір уақытта жерлердің қазіргі жағдайы бойынша ақпараттың алмасу формасы ретінде қарастырылады.

**Талқылау және нәтижелері.** Жамбыл облысы Қазақстанның оңтүстігінде орналасқан, суармалы егіншілікті және өрістік-жайылымдық мал шаруашылығын дамыту үшін жарамды агроклиматтық, жер және су ресурстарына ие. Дегенмен мұндағы сумен қамтылу – күрделі тежеуіш фактор болып саналады (1-сурет).



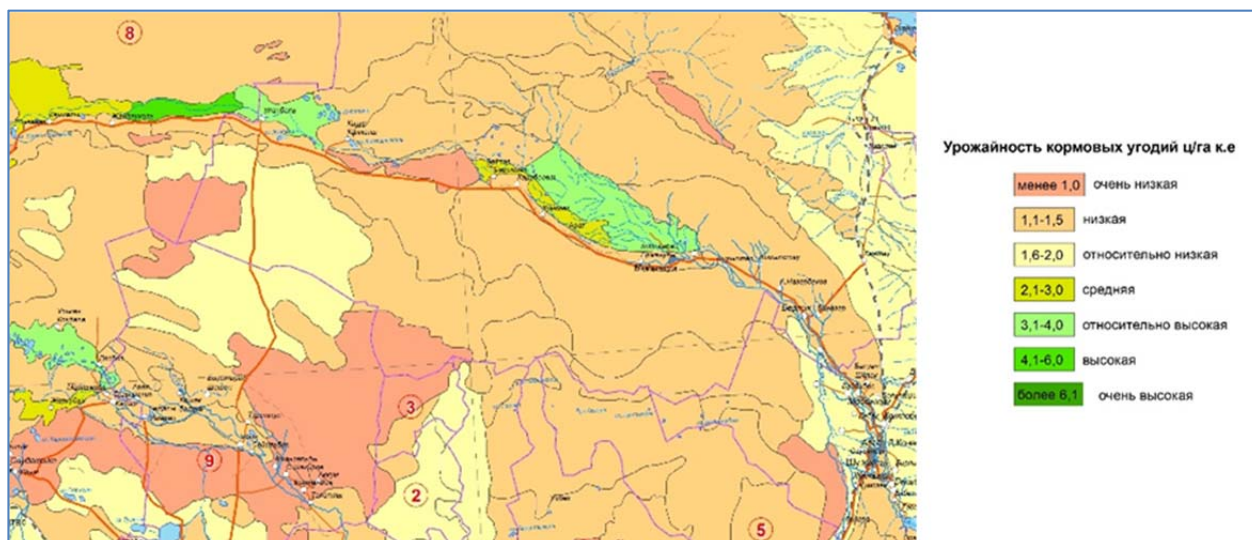
1-сурет – Жамбыл облысының су ресурстарымен қамтылу картасының үзіндісі

Бірінші кезекте, бұл су ресурстарының мемлекетаралық таралуына, су пайдаланудың қатаң лимиттенуіне, Шу және Талас өзендерінің ағын режимінің өзгеруіне байланысты үдемелі шектелуімен түсіндіріледі. Облыстың ауыл шаруашылығы үшін су ресурстарының қамтамасыз етілуі және ауыл шаруашылығы жерлерінің өнімділігі мәселесі ауыл шаруашылығын тұрақты дамытудың тежеуіш факторларының бірі болып табылады.

Жамбыл облысындағы ірі өзендердің су шаруашылығы мәнінің ерекше маңыздылығы Шу, Талас және Асы өзендерінің жалпы жылдық жиынтық ағынынан құралатын 4106 млн м<sup>3</sup> (суылығы бойынша орташа жылғы есеппен), 3046 млн м<sup>3</sup> немесе 74,2% жиынтық ағыны Қырғызстан Республикасында қалыптасуымен расталады. Тек жалпы жиынтық ағынының 1060 млн м<sup>3</sup> немесе 25,8% Қазақстан аумағында қалыптасады. Аталған өзендер ағынын бөлу 1983 жылы қабылданған Қазақстан және Қырғызстан арасындағы Шу және Тласа өзендерінің ағынын бөлу жөнінде Ережесі негізінде іске асырылады [1, 2].

Облыстың барлық жер қорының 82,7 %-ы суармалы және тәлімі егіншілігіне, жайылымдық мал шаруашылығына пайдаланылатынын атап өткен жөн. Ауыл шаруашылығы алқаптарының құрылымында барлық жер санаттарында жайылымды жерлер басым келіп, ауыл шаруашылығы алқаптары ауданының 90 %-ын құрайды. Негізгі жайылымдық алқаптар орташа жылдық өнімділігі 1,1-2,5 ц/га бірлігіне Бетпақдала құмды массивтерінде және Мойынқұмда шоғырланған. Облыстың табиғи жемшөп базасының болуы отарлы мал шаруашылығының (мал шаруашылығы, қой шаруашылығы және жылқы шаруашылығы) даму бағыттарын айқындады (2-сурет).

Облыстың жазықтықты шөлді зонасы шегінде мал өрісі үшін жем-шөп алқаптарын пайдалану олардың суландырылуы жағдайында мүмкін болады. 2019 жылдың басына қарай облыс шегінде 72,8 % жайылымдық жерлер суландырылды. Жайылымдарды суландыру бойынша шиеленіскен жағдай Мойынқұм (суландырылған жайылымдардың ауданы 57,7 %-ды құрайды), Сарысу (64,7 %)



2-сурет – Жамбыл облысының жемшөп алқаптарының орташа өнімділігі картасының үзіндісі

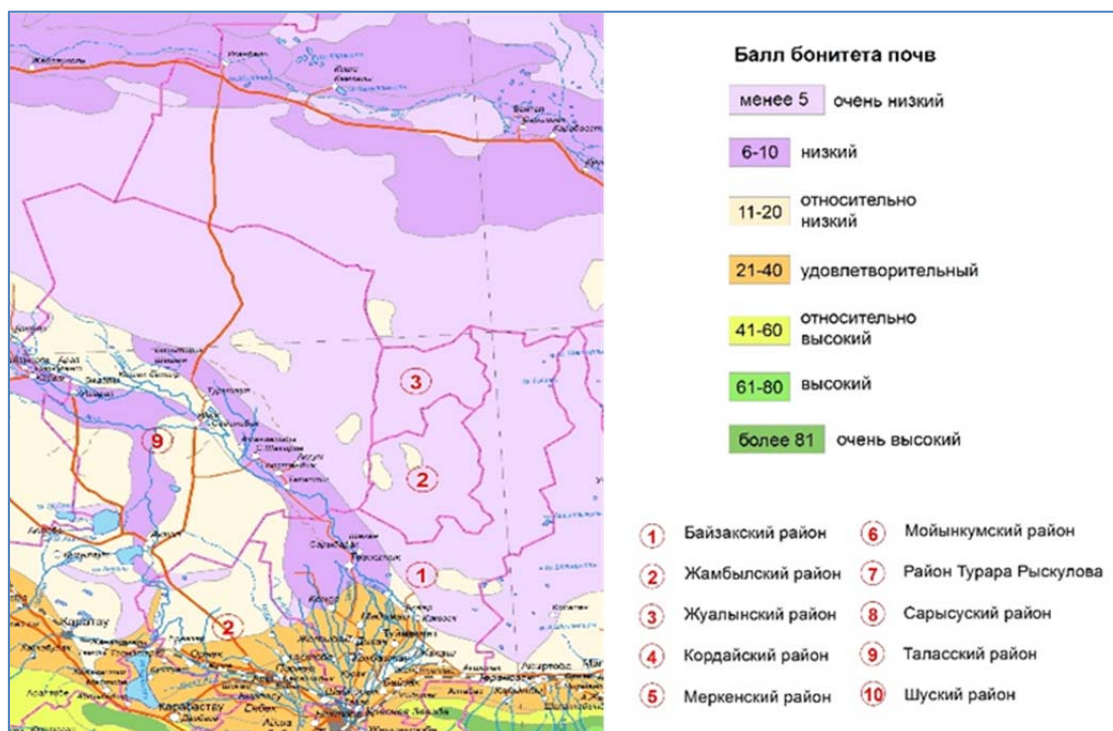
және Шу (65,6 %) әкімшілік аудандарында байқалады. Тараз қ. а. жайылымдардың 8,7 % суландырылды. Суландырылған жайылымдардың ең көп аудандары Байзақ, Жуалы, Меркі және Талас әкімшілік аудандарында байқалады және олардың барлық жайылымды жерлер ауданының 90 %-дан астамын құрайды.

Жамбыл облысында егін шаруашылығы үшін 836,5 мың га егістік жер пайдаланылады, бұл ауыл шаруашылығы алқаптары аумағының 8 %-ын құрайды, оның ішінде 210 мың га жер суландырылады. Облыстың суармалы егістігі барлық егістік алқаптарының 25,1%-ын алып жатыр, олар біркелкі орналаспаған және негізінен Шу, Талас және Асса өзендерінің аңғарларына, сондай-ақ тау бөктеріндегі аллювиалды-пролювиалды жазықтарға орайластырылған. Егістіктің өнімділігі, бірінші кезекте, бонитет балдарымен көрсетілген топырақтың құнарлылығымен айқындалады [3]. 210 мың гектар суармалы егістіктің тек 9,2 мың га-ның 50-ден астам топырақ бонитеті балы бар екені анықталды. Суармалы егістіктің 170,7 млн га топырақ бонитетінің баллы 40-тан 50-ге дейін, бұл жерде ауыл шаруашылығы дақылдарының жақсы өнімділігін беріледі. 26,1 мың га суармалы алқапта топырақ бонитетінің балы 40-тан төмен. Бонитеттердің шекті мәндері 25-тен 57-ге дейін ерекшеленеді, бұл, әрине, топырақтың әртүрлі экологиялық тұрақтылығын және егіншілік жүйелеріне, оның ішінде құнарлылықты сақтау шараларына әртүрлі тәсілдерді анықтайды (3-сурет).

Тұрақты түрде суарылатын жерлер алаңдарының динамикасын және Асы, Талас және Шу өзендерінің бассейндерінде 20 жылдық кезеңде суаруға арналған су алу көлемін талдау олардың 2003-2007 жылдары айтарлықтай төмендегенін көрсетті. Суармалы егіншіліктегі ерекше шиеленісті жағдай Талас өзенінің бассейнінде байқалады, онда қарастырылып отырған кезеңде тұрақты суармалау алаңдары 1998-2002 жж.салыстырғанда 25 %-ға, ал су алу көлемі 40 %-ға азайды. Бұл суы аз кезеңімен және Қырғызстаннан бөлінетін су көлемінің азаюымен, сондай-ақ суландыру инфрақұрылымның техникалық жағдайының нашарлауымен түсіндіріледі. Соңғы бес жыл ішінде су алу және тұрақты суармалау алаңдарының ұлғаюының жалпы үрдісі байқалады, алайда аталған өзендердің бассейндері бойынша 2013-2019 жылдары суармалау алаңы 1998-2002 жылдардағы аумақтың небәрі 82 %-ын, ал суаруға арналған су алу көлемі небәрі 72 %-ды құрайды, бұл Жамбыл облысының суармалы егіншілігіне тартылған жерлердің деградациялануының қалыптасқан үрдісін көрсетеді.

Облыс аумағының көп жылдық ауыл шаруашылық игерілуі бүкіл жер ресурстарының фондық элеуетінің төмендеуіне, өнімділігі төмен (1,2 ц/га-дан кем) жайылымдардың басым болуына (жайылымдық алқаптар ауданының 78 %-ы), топырақта қоректік заттардың (әсіресе қарашіріктің) аз болуына әкеп соқты. Суармалы массивтердегі далалық зерттеулер қарашірік мөлшері жоғары топырақ ауданының үлесі шамамен 5 %-ды, орташа – 26 %-ды, төмен – 69 %-ды құрайтынын көрсетті.





3-сурет 3 – Жамбыл облысының топырақ бонитеті картасының үзіндісі

Топырақтың және жер асты суларының сортадануы салдарынан туындаған деградациялык үрдістерге 163 мың гектардан астам тұрақты суармалы жерлер ұшырағаны анықталды, бұл өңірдегі суармалы егістік алқаптың 78 %-ын құрайды. Олар негізінен Қордай, Байзақ, Жамбыл, Шу және Меркі әкімшілік аудандарында шоғырланған.

Жамбыл облысының аллювиалды жазықтары мен аңғарлық кешендерінде суару массивтері орналасқан, онда 57,1 мың га алқапта жерлердің сортадануы байқалады, соңғы 5 жылда сортаңдаған суармалы жерлердің ауданы 14 %-ға ұлғайды. Суармалы егістіктің 13,8 %-ға жуығы топырақтың орташа және қатты сортадануына ұшыраған. Орташа және қатты тұзды суармалы жерлердің ең үлкен аудандары Шу ауданында (93,3 мың га) және Т. Рысқұлов ат. ауданда (54,5 мың га) орналасқан. Қазіргі уақытта суармалы алқаптарда олардың мелиорациялық жай-күйінің нашарлау мәселесі шиеленісе түсті. Суармалы жерлердің 9 %-ы тұздылығының күшті болуына байланысты тыңайған жерлер санатына ауыстырылды.

Жоғарыда аталғандай, облыстың тұрақты суару қажеттілігіне су алудың негізгі көздері болып трансшекаралық Шу, Талас, Ассы және т. б. өзендері саналады. Судың сапасы бойынша бұл өзендер Қырғызстан аумағынан әлдеқашан ластанумен жеткізіледі, ол өз кезегінде жердің экологиялық жағдайына әсер етеді. Олар ластанудың 3 санатына жатады, Шу өзені орташа ластанған (СЛКИ = 1,5 құрады); Талас өзені орташа ластанған (СЛКИ = 1,55); Ассы өзені орташа ластанған (СЛКИ = 2,2); Ақсу өзені орташа ластанған (СЛКИ = 1,91) [4]. Бұл ауылшаруашылық жерлерінің ауыр металдармен, мұнай өнімдерімен және т.б. ластануына ықпал етеді және өнеркәсіптік кәсіпорындар мен көлік шығарындыларымен байланысты. Облыстың су және жер ресурстарын ластаудың ірі көздері болып Жаңа Жамбыл фосфор зауыты, Жамбыл "Химпром" өндірістік бірлестігі, Жамбыл суперфосфат зауыты, мал шаруашылығы кешендері және қатты тұрмыстық қалдықтар полигондары табылатыны анықталды.

Зерттеулер барысында 3,2 мың га суармалы егістікті қоса алғанда, 52,7 мың га егістік жерлер су эрозиясына ұшырағаны анықталды. Егістік алқаптардың барынша шайылған алқаптары Жуалы – 27 % (27,7 мың га), Сарысу – 29,2 % (7,3 мың га) және Меркі – 8,3 % (8,2 мың га) әкімшілік аудандарында байқалады [5]. Егістік алқаптарының жел эрозиясы 54,3 мың га аумақта таралған.

Ауыл халқының және аграрлық сектордың шаруашылық жүргізуші субъектілерінің ауыл экономикалық жағдайының нәтижесінде облыстағы үй малы елді мекендердің маңында (5 км



зонада) жайыла бастады. Ауыл маңындағы және суатқа жақын жайылымдарға ұзақ уақыт кезеңі ішінде өріс жүктемесінің ұлғаюы, жайылу және нормаланбаған мал жаю есебінен жайылымдардың өте қатты деградациялануына әкеп соқты. Облыстағы жер учаскелерін жекешелендіру нәтижесінде мал шаруашылығын республикааралық, облысаралық және ауданаралық реттеудің, атап айтқанда жайылымдарды ұтымды пайдалану үшін малдың маусымдық айдау ротациясының бірыңғай жүйесі жойылды. Бұл фактор мал шаруашылығының дамуына да, жайылымдардың экологиялық жағдайына да кері әсерін тигізді. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, облыс аумағының солтүстік-батыс бөлігінде, халық тығыз орналасқан аудандардан шалғайда, жайылымдардың деградациялану үрдісі тоқтатылды және тіпті олардың табиғи қалпына келуі байқалады.

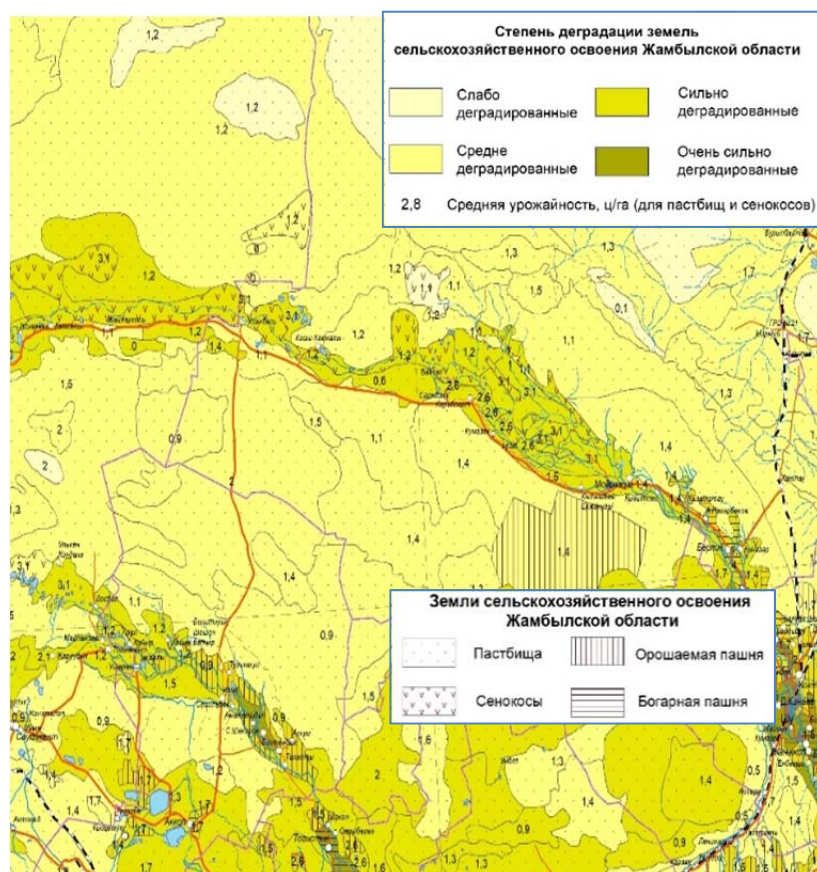
Жамбыл облысының ұрылған жайылымдары пайдаланылып отырған 8,3 млн га-ның 16 %-ын құрайды. Ұрылған жайылымдардың ең көп аудандары Байзақ (39,6 %), Жамбыл (33,6 %) және Жуалы (29 %) аудандарында шоғырланған.

Айта өткен жөн, Шу, Талас, Ассы және т.б. өзендерінің төменгі ағысындағы жер үсті ағындарының азаюы нәтижесінде аумақтың қарқынды кебуі, өсімдік қауымдастықтарының күрт өзгеруімен шабындық жерлердің сортаңдануы мен деградациялануы жүретінін атап өткен жөн. 1960 жылдардың басында облыстың табиғи су басқан шабындық жерлерінің ауданы 400 мың га, ал 2017 жылы – 60-120 мың га құрады, бұл шабындықтардың жемшөп сыйымдылығына әсер етті, ол 3,5 есе азайды [6]. 2008-2012 жылдары облыс шабындықтарын суландыруға арналған су алудың орташа көлемі 903,13 млн м<sup>3</sup> немесе ауыл шаруашылығына арналған барлық су алудың 42,2 %-ын құрады, ал 2013-2019 жылдары бұл көрсеткіш 738,10 млн м<sup>3</sup> дейін төмендеп, 38,6 %-ды құрады. 2013-2019 жылдары шабындықтарды суару үшін тасымалдау кезінде судың орташа шығыны 31 %-ды құрады, бұл олардың экологиялық жай-күйінің нашарлауына алып келеді. Шабындықтардың жай-күйін нашарлататын негізгі себептердің қатарына су объектілерінің гидрологиялық және гидрохимиялық режимінің өзгеруін; өзен арнасы мен басқа да су айдындарының бойында өсімдік ресурстарын қорғау, реттеу, пайдалану мәселелерімен айналысатын ведомстволық бөлімнің болмауын жатқызған жөн.

Ауыл шаруашылығы алқаптарының жай-күйін далалық зерттеулер, мониторингтік бақылаулар (2018-2020 жж.) және ЖҚЗ деректерін дешифрлеу нәтижелерін интерпретациялау нәтижелері негізінде Жамбыл облысының ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациялану картасы 1:500 000 масштабында жасалды (4-сурет).

Облыстың оңтүстік аудандарына орайластырылған және топырақтың қайталама сортаңдануы, қатты тапталған жайылымдар, су және жел эрозиясының көрінісі бар суармалы егістіктің ірі алқаптарынан тұратын 418,7 мың га (барлық жерлердің 4 %) алқаптағы ауыл шаруашылығы жерлері өте қатты деградациялануға ұшыраған. Қатты деградацияланған жерлер 2721,2 мың га алқапта (барлық ауыл шаруашылығы жерлерінің 26 %-ы) байқалды, Шу (Шу ауданы) және Талас (Байзақ, Жамбыл аудандары) өзендерінің аңғарларында сортаңды және эрозияға ұшыраған суару массивтерімен, сондай-ақ тау бөктері мен құмды алқаптардың (Т. Рысқұлов, Жуалы, Меркі аудандары) ұрынған және тасқа айналған жайылымдарымен ұсынылды. Орташа деградацияланған жерлер 5861,3 мың га (56 %) алып жатыр, барлық аудандарда таралған, елді мекендерге жақын жайылымдар мен егістік алқаптармен ұсынылған. Деградацияланудың жетекші үрдістері болып дефляция, өсімдіктердің тозуы, сортаңдау және су эрозиясы табылады. Әлсіз деградацияланған жерлер 1465,3 мың га (Мойынқұм және Сарысу әкімшілік аудандары) алып жатыр, негізінен шалғайдағы жайылымдарға пайдаланылады.

Жамбыл облысындағы ауыл шаруашылығы қызметі шөлейттенудің бірқатар теріс үрдістерінің дамуына себеп болды, олар ауыл шаруашылығы алқаптарының экологиялық жай-күйіне және олардың өнімділігіне әсер етті. Олардың алдын алуының негізгі ғылыми қамтамасыз етілуі ретінде олардың экологиялық жай-күйін жақсарту жөніндегі нақты табиғатты қорғау ұсыныстарын әзірлеуді есептеген жөн. Облыстың ауыл шаруашылығын игеру жерлерінің деградациялану үрдістерін бейтараптандыру және болдырмау жөніндегі табиғатты қорғау ұсыныстарының кешені ауыл шаруашылығы саласындағы өңірлік экологиялық мәселелерді жүйелі талдау және құрылымдау негізінде әзірленді, ол адрестік сипатқа ие, ауыл шаруашылығы алқаптарының бүліну дәрежесін ескере отырып жүйелендірілді және тәлімі және суармалы егістікке, жайылымдық және шабындық алқаптарға, орман екпелеріне арналған табиғат қорғау іс-шараларымен ұсынылды.



4-сурет – Жамбыл облысы ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациялану картасының үзіндісі

Ауыл шаруашылығын игеру жерлерінің деградациялануын бейтараптандыру бойынша ұсынылатын табиғатты қорғау іс-шараларының үзіндісі

Ұсыныстар	Деградациялануды бейтараптандыру бойынша табиғатты қорғау іс-шаралары
1. Агроландшафт бойынша сараланған дәнді дақылдарды өсіру технологиясы	Эрозияның алдын алуы үшін жерді пайдаланудың агроландшафттық жағдайларын ескере отырып, дәнді дақылдарды өсіру технологиясы. Өнімділіктің 1,5-2 ц/га-ға артуы, энергия шығынын 21,7 %-ға қысқарту, минералды тыңайтқыштарды 26,3 %-ға енгізу. Әзірлеуші ұйым – ҚР АШМ Қазақ астық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты
2. Құрғақ жағдайларда дәнді дақылдарды өсірудің қарқынды технологиясы	Өрісті ластанудан қорғау. Өсімдіктердің өсуі мен дамуы мақсатында топырақтың су және азықтық режимі үшін жағдай жасайды, егістіктердің арамшөптермен, өсімдіктердің аурулары мен зиянкестерімен ластануын сараланған бақылау жасайды. Егістіктің өнімділігін 30-35 %-ға арттыру. Қосымша шығындардың өтелімділігі бір салынған доллар үшін 2,8 долларды құрайды. Әзірлеуші ұйым-ҚР АШМ Қазақ астық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты
3. Астықты-сүрі жерлі ауыспалы егіс	Аймақтың биоклиматтық әлеуетін ескере отырып әзірленген, экономикалық тиімді астық өндірісін қамтамасыз етеді және топырақтың құнарлылығын сақтайды. Астықтың шығымы 1 га егістіктен 10-15 % артады. Әзірлеуші ұйым-ҚР АШМ Қазақ астық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты
4. Ұсақдисперсиялы жаңбырлату жүйесі	Бақтарды, тәлімбақтарды, жидек және көкөніс дақылдары мен жылыжайларды суару. Суармалы суды үнемдеу. Жүйе өзіне су алу торабын, сорғы станциясын, су тазарту құрылғысын, құбырлар желісін, саптамалар және суаруды автоматтандырылған басқаруды қосады. Жүйенің элементтері полимерлі материалдардан жасалған. Суармалы суды үнемдеу 40-60 %, өнімділікті 20-25 % - ға арттыру. Әзірлеуші ұйым - ҚР АШМ Қазақ жеміс және жүзім шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты

**Корытынды.** Осылайша, Жамбыл облысының ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациялануын бағалау бойынша ғылыми зерттеу нәтижелері басқарушылық құрылымдардың, ауыл шаруашылық бейінін ұйымдастыру және, әсіресе, облыстың ауыл шаруашылық құрылымдарын жерлердің агроөнеркәсіптік кешеннің тұрақты дамуында бірінші дәрежелі рөлге ие болатын экологиялық жай-күйі және оларды пайдалану мүмкіндіктері жөнінде шынайы ақпаратпен қамтамасыз етуге бағытталған.

#### ӘДЕБИЕТ

[1] Протокол Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. Положение о делении стока в бассейне реки Чу: утв. 24 февраля 1983 года [Электронный ресурс] // URL: [http://chui.at.kg/media/uploads/files/pravovye-dokumenty-komissii/Polozhenie\\_o\\_delenii\\_stoka\\_Shu.pdf](http://chui.at.kg/media/uploads/files/pravovye-dokumenty-komissii/Polozhenie_o_delenii_stoka_Shu.pdf). (дата обращения: 22.04.2020).

[2] Протокол Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. Положение о делении стока по бассейну реки Талас: утв. 31 января 1983 года. Чу-Таласская водохозяйственная комиссия [Электронный ресурс] // URL: <http://chui.at.kg/ru/pravovye-dokumenty/polozhenie-o-delenii-stoka-v-bassejne-reki-talas.html> (дата обращения: 22.04.2020).

[3] Карманов И.И. Почвенно-экологическая оценка и бонитировка почв // Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 161-233.

[4] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Жамбылской области за 2019 г. // Министерство энергетики РК. РГП «Казгидромет». Департамент экологического мониторинга. – Астана, 2019. – 409 с.

[5] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Жамбылской области Республики Казахстан за 2019 год // Областное управление земельных ресурсов. – Тараз, 2019. – 65 с.

[6] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2019 год. Комитет земельных ресурсов РК. – Астана, 2019. – 256 с.

#### REFERENCES

[1] Minutes of the USSR Ministry of Land Reclamation and Water Management. Regulations on the division of runoff in the Chu river basin: approved. February 24, 1983 [Electronic resource] // URL: [http://chui.at.kg/media/uploads/files/pravovye-dokumenty-komissii/Polozhenie\\_o\\_delenii\\_stoka\\_Shu.pdf](http://chui.at.kg/media/uploads/files/pravovye-dokumenty-komissii/Polozhenie_o_delenii_stoka_Shu.pdf) (date of access: 22.04.2020) (in Russ.).

[2] Minutes of the USSR Ministry of Land Reclamation and Water Management. Regulations on the division of runoff by the Talas river basin: approved. January 31, 1983 Chu-Talas water commission [Electronic resource] // URL: <http://chui.at.kg/ru/pravovye-dokumenty/polozhenie-o-delenii-stoka-v-bassejne-reki-talas.html> (date of access: 04/22/2020) (in Russ.).

[3] Karmanov I.I. Soil-ecological assessment and appraisal of soils // Theoretical foundations and ways of regulating soil fertility. M.: Agropromizdat, 1991. P. 161-233 (in Russ.).

[4] Information bulletin on the state of the environment of the Zhambyl region for 2019 // Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. RSE "Kazhydromet". Department of Environmental Monitoring. Astana, 2019. 409 p. (in Russ.).

[5] Consolidated analytical report on the state and use of land in the Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan for 2019 // Regional Department of Land Resources. Taraz, 2019. 65 p. (in Russ.).

[6] Consolidated analytical report on the state and use of land in the Republic of Kazakhstan for 2019. Land Resources Committee of the Republic of Kazakhstan. Astana, 2019. 256 p. (in Russ.).

**В. С. Крылова<sup>1</sup>, И. Б. Скоринцева<sup>2</sup>, Т. А. Басова<sup>3</sup>, Г. Алдажанова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Д.г.н., руководитель лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup>К.б.н., главный научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>4</sup>Научный сотрудник лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

#### ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**Аннотация.** Представлены результаты исследования деградации сельскохозяйственных земель Жамбылской области, проведенного в лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования АО «Институт географии и водной безопасности МОН РК» в рамках проекта грантового финансирования АР05132212. На основе полевых исследований, мониторинговых наблюдений и данных ДЗЗ сделана оценка

---

современного экологического состояния сельскохозяйственных угодий и установлена степень их деградации. Продемонстрированы картографические модели оценки состояния сельскохозяйственных земель, предложены природоохранные мероприятия по нейтрализации и предотвращению их деградации.

**Ключевые слова:** деградация земель, земли сельскохозяйственного освоения, земельные ресурсы, картографические модели, природоохранные мероприятия.

V. S. Krylova<sup>1</sup>, I. B. Skorintseva<sup>2</sup>, T. A. Bassova<sup>3</sup>, G. Aldazhanova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>C.g.s., senior researcher at the Department of Landscape Study and Problems of Nature Management  
(«Institute of geography and water security» JSC, Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>D.g.s, Head at the Department of Landscape Study and Problems of Nature Management  
(«Institute of geography and water security» JSC, Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup>C.b.s. senior researcher at the Department of Landscape Study and Problems of Nature Management

<sup>4</sup>Researcher at the Department of Landscape Study and Problems of Nature Management  
(«Institute of geography and water security» JSC, Almaty, Kazakhstan)

#### ASSESSMENT OF LAND DEGRADATION OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF ZHAMBYL REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Abstract.** The results of the study of agricultural land degradation in the Zhambyl region, carried out Department of Landscape Study and Problems of Nature Management of the JSC "Institute of Geography and Water Security of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan" within the framework of the grant funding project AP05132212 are presented. Based on field research, monitoring observations and remote sensing data, an assessment of the current ecological state of agricultural land was made and the degree of their degradation was established. Demonstrated cartographic models for assessing the state of agricultural land, proposed environmental measures to neutralize and prevent their degradation.

**Keywords:** land degradation, agricultural land development, land resources, cartographic models, environmental protection measures.

# Геоморфология және экзогендік үрдістер

## Геоморфология и экзогенные процессы

### Geomorphology and exogenous processes

УДК 551.4.08; 551.435

С. К. Вейсов<sup>1</sup>, Г. О. Хамраев<sup>2</sup>

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

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

### МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ ПРОЦЕССОВ ВЫДУВАНИЯ В ПУСТЫНЕ КАРАКУМ

**Аннотация.** Определены эффективные методы защиты магистральных трубопроводов от процессов выдувания в условиях пустыни Каракум. Исследования показывают, что отложения песка на надтраншейную полосу снимают опасность раздувания ветром и оголение проложенного газопровода. При проектировании трассы трубопроводов необходимо учитывать многолетний режим ветров этой территории. При прокладке трубопроводов и газопроводов следует добиваться их максимальной заносимости в зависимости от движения барханных форм эолового рельефа. Такой принцип используется только для защиты трубопроводов от выдувания, а для других линейных объектов – автомобильных и железных дорог не применяется.

**Ключевые слова:** процессы дефляции, защита трубопроводов от выдувания, пустыня Каракум, движение барханных форм эолового рельефа.

Опыт строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов в пустыне Каракум требует надежных и эффективных методов их защиты от процессов выдувания [1-4]. Защищаемая полоса в условиях расчлененного с различной степенью задернованности эолового рельефа составляет ширину в 6 м. Раздуванию обычно подвергается в основном песчаная поверхность надтраншейного вала с откосами 1:4 (14°) (рисунок 1).

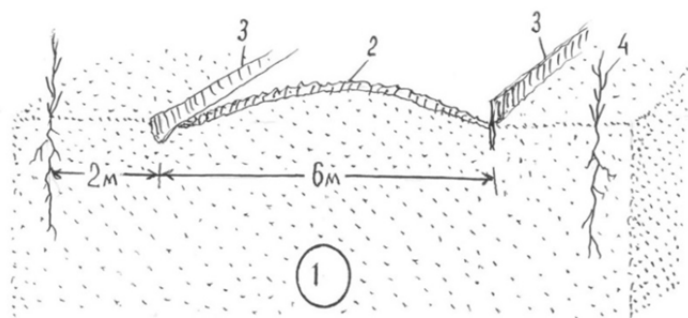


Рисунок 1 – Устройство замка из камыша, предохраняющего надтраншейный вал от раздувания:

1 – труба; 2 – наброска из глины,

3 – ряды из камыша;

4 – посадка растений псаммофитов

Эта защита образует нераздуваемую поверхность над газопроводом и снижает скорость ветра, что способствует накоплению песка в полосе 6 м над трубой. Для примера можно рассчитать количество улавливаемого песка над газопроводом. Допустим, что скорость ветра составляет 8 м/с, а за замком из камыша – 7 м/с, тогда по формуле, предложенной А. П. Ивановым [6, 7], можно определить количество песка, отложенного в пространстве за замком:

$$Q = 0,06 (V_{1,0} - 4)^3 \text{ г/м}\cdot\text{с},$$

где  $V_{1,0}$  – скорость ветра на высоте 1 м от песчаной поверхности.



1. Перенос песка ветром перед замком:  $Q = 0,06 (8-4)^3 = 3,84$  г/м·с.

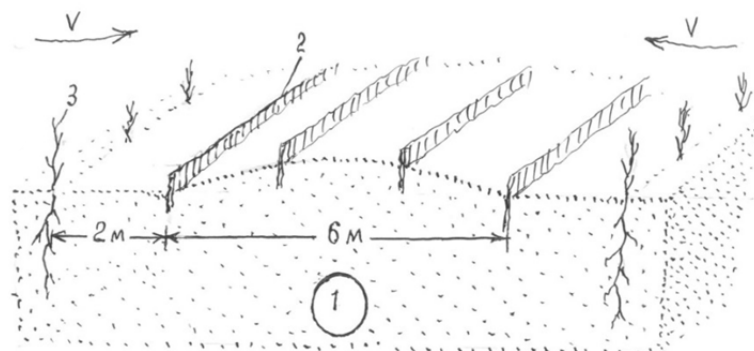
2. Перенос песка ветром за замком:  $Q = 0,06 (7-4)^3 = 1,62$  г/м·с.

Отложение песка составит:  $\Delta Q = Q_1 - Q_2 = 3,84 - 1,62 = 2,22$  г/м·с.

Если принять перенос песка  $Q_1$  за 100% в течение 1 с через линию фронта 1 м, то отложение  $\Delta Q = 2,22$  г/м·с будет составлять 57,8%. Пример показывает, что сравнительно небольшое снижение скорости ветра всего на 1 м/с приводит к значительному отложению песка в пространстве за замком.

В различных регионах Каракумов, где прокладываются газопроводы, наблюдаются сильные ветры, поэтому предпочтительней устраивать полускрытые или клеточные защиты из камыша. Многолетняя практика применения таких защит показывает их эффективность, особенно на техногенных подвижных песках, лишенных пустынной растительности. Ряды из камыша представляют собой полупроницаемую для ветра стенку, за которой скорость ветра значительно снижается. Если не закопанная часть камыша имеет высоту до 0,5 м, тогда снижение скорости ветра будет наблюдаться до  $0,5 \cdot (6-8) = 3-4$  м. Это означает, что опасность выдувания защищаемой поверхности газопровода значительно снизится. Кроме того, между рядами из камыша, т.е. в межклеточное пространство, лучше набросать глину для создания надтраншейной полосы нераздуваемой поверхности (рисунок 2).

Рисунок 2 –  
Устройство рядов из камыша:  
 $V$  – направление скорости ветра;  
1 – труба; 2 – ряды из камыша;  
3 – посадка растений псаммофитов



Выдувание и оголение газопровода приводит к порче изоляции, коррозии металла и выпучиванию трубы. Таким образом, создается аварийная ситуация, ликвидация которой требует проведения незамедлительных закрепительных работ и больших финансовых расходов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Начальная стадия процесса выдувания газопровода

Для предотвращения процессов выдувания необходимо после укладки, засыпки и обваловки трубы провести комплексные пескоукрепительные работы.

Одним из широко применяемых в последнее время методов защиты трубопроводов от выдувания являются их правильное трассирование и углубление, то есть прокладка по минимальным отметкам эолового рельефа или по обволакивающему профилю [8]. Однако такие методы применяются при строительстве трубопроводов в задернованных песках. Сооружение и последующая безаварийная их эксплуатация в условиях барханного рельефа требуют специальных защитных мероприятий, как правило, на протяжении всей площади развития подвижного рельефа. По техническим условиям эксплуатации трубопроводов применение фитомелиоративных мероприятий, то есть посадка кустарников-псаммофитов над траншейной полосой, нецелесообразно, так как мощная корневая система кустарников и полукустарников разрушает изоляционный слой труб.

Наиболее надёжным методом защиты от выдувания песка здесь будет применение механических защит. Как отмечалось, их положительным свойством является накопление песка на надтраншейной полосе, что в данном случае полностью работает на решение поставленной задачи. Кроме того, следует шире применять методы с использованием вяжущих материалов и глинование поверхности песка для создания фиксирующих покрытий, что создает нераздуваемую корку над трубой [5] (рисунок 4).

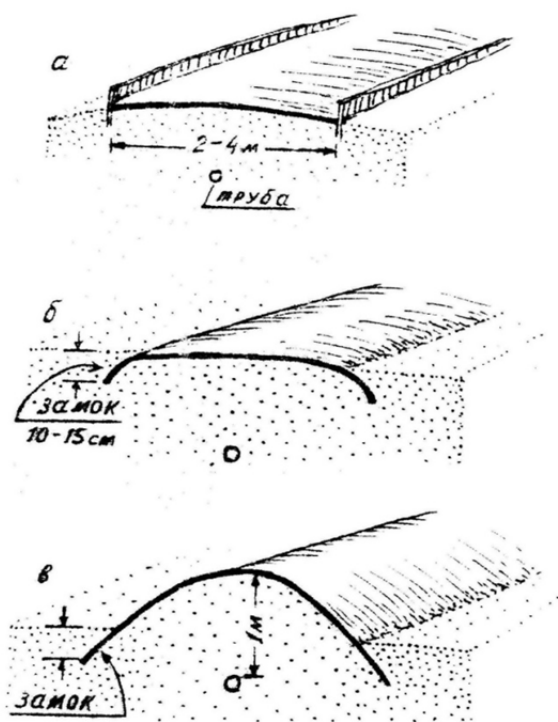


Рисунок 4 – Методы защиты трубопровода от процессов выдувания жидкими фиксирующими растворами: а – с механическими защитами; б, в – закрепление только раствором мазута (50%) и отработанными маслами (50%) надтраншейного вала и валика

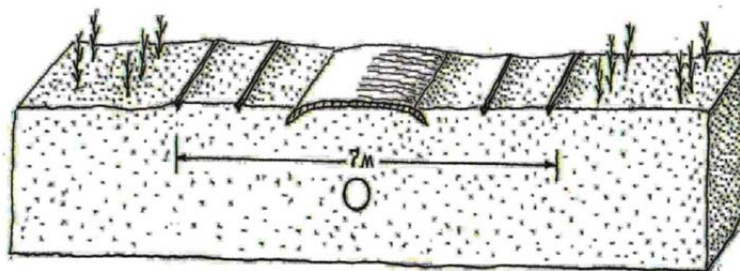
Проведение мероприятий по защите трубопроводов в пустыне Каракум распространяется на площадь трассы, проходящей на расчлененных барханных песках. При этом вся работа состоит из двух этапов. Первый этап – заглубление (засыпание) трубы и создание надтраншейного вала, второй – непосредственное проведение защитных мероприятий.

В первом варианте (см. рисунок 4, в), трубопровод проложен в насыпи, т.е. лежит на уровне раздуваемой песчаной поверхности. Этот вариант предусматривает использование фиксирующих растворов при расходах  $3,5-4,0 \text{ л/м}^2$  с заливкой фиксатора в канавку «замок» на глубину 15 см.

Второй вариант (см. рисунок 4, а, б) относится к случаям, когда трубопровод заглублен в песок (в соответствии с техническими условиями), но есть опасность его выдувания. Здесь тоже применимы фиксирующие растворы и расход их аналогичен с первым вариантом.

В третьем варианте защиты (рисунок 5) предусматривается применение глины, гравия или каких-либо местных материалов из коренных отложений для создания «бронирующей» поверхности над трубой. По краям «бронирующей» поверхности желателен устраивать «замок» путём

Рисунок 5 – Закрепление надгрядной полосы глиной с одновременной посадкой растений псаммофитов по бокам закрепляемой полосы



заливки фиксирующего состава. Устройство «замка» предохранит края «бронирующей» поверхности от разрушения. Практика работы с гравием и глиной показала, что крупные частицы, особенно частицы гравия, начинают рассредоточиваться при выдувании ветром песка из-под них, то есть они скатываются в пониженные места.

Глинование осуществляется путём отсыпки сухой глины слоем не менее 5–10 см. Ширина закрепляемой полосы 2-3 м, а на особо опасных участках с подвижными песками ее можно увеличить до 4-х м. Отсыпку сухой глиной рекомендуем проводить до наступления зимне-весенних дождей. При смачивании глины атмосферными осадками образуется сток влаги и скопление её у краёв отсыпанного слоя глины. После высыхания создается глинистая корка, которая будет предохранять трубопровод от выдувания. Таким образом, создаются благоприятные условия для прорастания семян и приживаемости саженцев различных видов растений по краям глиняной корки.

Перечисленные методы защиты были применены при защите участков магистрального газопровода Средняя Азия – Центр, а также в районах газовых промыслов, где проводились полевые испытания различных вариантов предотвращения процессов выдувания и стабилизации песчаной поверхности для выбора наиболее эффективных методов. Экспериментальными работами было установлено, что оптимальная толщина защитной корочки для фиксирующих растворов более 5 мм. В этом случае поверхностная защитная корочка достаточно устойчива и, как показывает опыт, срок её существования может достигать нескольких лет. Поэтому расход фиксатора с  $800 \text{ г/м}^2$  следует увеличить до 3 л на  $1 \text{ м}^2$ .

Для сыпучих материалов (глина, гравий, обломки коренных отложений) оптимальной толщиной защитной корочки является 5 см. При таком расходе защитных материалов резко повышается устойчивость покрытий к выдуванию и увеличивается их долговечность. В результате отпадает необходимость в частом восстановлении защитного покрытия. Правильное выполнение технологии работ и соблюдение сроков их проведения не удорожает, а удешевляет осуществление пескозащитных мероприятий, так как исключает частые земляные работы и дополнительный расход защитных материалов.

Таким образом, выбор методов защиты трубопроводов в пустыне напрямую зависит от специфических ландшафтных особенностей конкретного региона Каракумов: от типов эолового рельефа, их задернованности и степени подвижности и развития дефляционных процессов, специфического ветрового режима территории, особенно в летнее время, когда песчаный субстрат наиболее подвижен, и наличия защитных материалов. Правильное проектирование и прокладка трубопроводов значительно снижают общую площадь защитных покрытий и позволяют сохранить естественный облик ландшафтов, снизить объёмы планировочных работ и эффективно и длительное время эксплуатировать такие линейные инженерные объекты в пустынных условиях Туркменистана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабаев А.Г. Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1995.  
 [2] Бабаев А.Г. Проблемы пустынь и опустынивания. – Ашхабад: Туркменская государственная издательская служба, 2012.  
 [3] Вейсов С.К., Хамраев Г.О., Акыниязов А.Д. Динамика барханного рельефа Западного Туркменистана // Проблемы освоения пустынь. – 2008. – № 4.  
 [4] Вейсов С.К., Курбанов О.Р., Хамраев Г.О., Акыниязов А.Д. Эоловые равнинные ландшафты Каракумов // Проблемы освоения пустынь. – 2009. – № 1.

- [5] Добрин А.Л., Шаврина Л.С., Вейсов С.К., Хамраев Г.О. Испытание химических методов закрепления газопроводов в пустынях // Информ. листок № 44. – Ашхабад, 1991.  
[6] Иванов А.П. Формирование профилей эоловых форм рельефа песчаных пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1989.  
[7] Иванов А.П. Физические основы дефляции песков пустынь. – Ашхабад: Ылым, 1972.  
[8] Чередниченко В.П., Иванов А.П. Защита трубопроводов от выдувания // Строительство трубопроводов. – 1968. – № 1.

#### REFERENCES

- [1] Babaev A.G. Problems of desert development. Ashgabat: Ylym, 1995 (in Russ.).  
[2] Babaev A.G. Problems of deserts and desertification. Ashgabat: Turkmen State Publishing Service, 2012 (in Russ.).  
[3] Veysov S.K., Hamraev G.O., Akyniyazov A.D. Dynamics of the dune relief of Western Turkmenistan // Problems of desert development. 2008. N 4 (in Russ.).  
[4] Veysov S.K., Kurbanov O.R., Hamraev G.O., Akyniyazov A.D. Eolian plain landscapes of the Karakum // Problems of desert development. 2009. N 1 (in Russ.).  
[5] Dobrin A.L., Shavrina L.S., Veysov S.K., Hamraev G.O. Testing of chemical methods for fixing gas pipelines in deserts // Inform. sheet No. 44. Ashgabat, 1991 (in Russ.).  
[6] Ivanov A.P. Formation of profiles of aeolian landforms in sandy deserts. Ashgabat: Ylym, 1989 (in Russ.).  
[7] Ivanov A.P. Physical basis of deflation of desert sands. Ashgabat: Ylym, 1972 (in Russ.).  
[8] Cherednichenko V.P., Ivanov A.P. Protecting pipelines from blowing // Construction of pipelines. 1968. N 1 (in Russ.).

#### С. К. Вейсов<sup>1</sup>, Г. О. Хамраев<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>Г.ғ.к., жетекші ғылыми қызметкер (Ауыл шаруашылығы және қоршаған ортаны қорғау министрлігінің Шөл, өсімдік және жануарлар дүниесі ұлттық институты, Ашхабад, Түрікменстан)  
<sup>2</sup>Г.ғ.к., гидрометеорология кафедрасының жетекшісі  
(Мағтымғұлы атындағы Түркімен мемлекеттік университеті, Ашхабад, Түрікменстан)

#### ҚАРАҚҰМ ШӨЛІНДЕГІ ҚҰБЫРЛАРДЫ ҮРЛЕНУ ПРОЦЕСТЕРІНЕН ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ

**Аннотация.** Қарақұм шөлі жағдайында магистральдық құбырларды үрлену процестерінен қорғаудың тиімді әдістері анықталды. Зерттеулер көрсеткендей, траншея үстіндегі жолаққа құм шөгінділерін жинаудан төселген газ құбырының желмен үрлену қаупі мен оның жалаңаштануы болмайды. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, құбыр трассасын жобалау кезінде берілген аумақтағы көпжылдық жел режимін ескеру қажет. Сәйкесінше, құбырлар мен газ құбырларын төсеу кезінде эолдық бедердің шағыл пішіндерінің қозғалысына байланысты олардың максималды құм басуына қол жеткізу қажет. Бұл қағида құбырларды үрленуден қорғау үшін ғана қолданылады және ол басқа желілік нысандарға – автокөлік пен теміржол жолдарына қолданылмайды.

**Түйін сөздер:** дефляция үдерістері, құбырларды үрленуден қорғау, Қарақұм шөлі, эолдық бедердің шағыл формаларының қозғалысы.

#### S. K. Veysov<sup>1</sup>, G. O. Hamrayev<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>Candidate of geographical sciences, lead research worker (National Institute of Deserts, Flora and Wildlife Ministry of Agriculture and Environmental Protection, Ashgabat, Turkmenistan)  
<sup>2</sup>Candidate of geographical sciences, head of a chair of hydrometeorology  
(Turkmen State University named after Magtymguly, Ashgabat, Turkmenistan)

#### METHODS FOR PROTECTING PIPELINES FROM BLOWING PROCESSES IN THE KARAKUM DESERT

**Abstract.** The effective methods for protecting main pipelines from blowing out processes in the Karakum desert have been determined. Studies show that sand deposition on the above-trench strip has a positive effect, since the danger of wind blowing and exposure of the laid gas pipeline is removed. In view of the above, it is necessary to take into account, when designing the pipeline route, the long-term wind regime of this territory. Consequently, when laying pipelines and gas pipelines, it is necessary to achieve their maximum drift depending on the movement of sand dune forms of aeolian relief.

**Keywords:** deflation processes, protection of pipelines from blowing out, Karakum desert, movement of dune forms of aeolian relief.

Е. Е. Халыков<sup>1</sup>, Ю. Ф. Лый<sup>2</sup>, А. Д. Абитбаева<sup>3</sup>, М. М. Тоғыс<sup>1</sup>, А. Г. Валеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научный сотрудник лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup> К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup> К.г.н., руководитель лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВОГО УСТУПА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА

**Аннотация.** Целью исследования является изучение динамики размыва берегов озера Алаколь с применением наземного лазерного сканирования (НЛС), который приводит к серьезным изменениям рельефной среды, создает угрозу для объектов инфраструктуры и затрудняет рекреационное освоение прибрежной зоны. Основные этапы применения метода наземного лазерного сканирования: подготовительные работы для НЛС в полевых условиях; НЛС по сбору данных с лазерным сканером RIEGL VZ-4000; обработка полученных данных в программе RiSCAN PRO; анализ разновременных цифровых моделей рельефа (ЦМР). Были выбраны 4 мониторинговых участка на юго-западном побережье озера Алаколь, где активно развивается абразия. Описанный метод съемки позволяет рассчитывать объемы темпов размыва берегов и профилирования береговой линии. Системное и долгосрочное использование метода НЛС при изучении рельефообразующих процессов побережья будет способствовать решению проблем, связанных с эрозией берегов, в частности снижению негативного влияния от воздействия абразии на природные береговые ландшафты и объекты инфраструктуры.

**Ключевые слова:** берег, рельефообразующие процессы, абразия, наземное лазерное сканирование.

**Введение.** Береговые линии озер – это важный участок между сушей и водой, который имеет огромное значение для окружающей среды. Обычно люди активно используют побережья в разных направлениях экономики, в том числе и в рекреации. Естественные эрозионные процессы в комплексе с деятельностью человека неизбежно изменяют прибрежные зоны озер.

Озеро Алаколь расположено на юго-востоке Казахстана в Алакольской впадине и простирается с северо-запада на юго-запад. Оно является вторым по величине среди внутренних водоемов и единственным глубоководным среди бессточных озер Казахстана. Расположено на высоте 351 м над уровнем моря, имеет следующие основные морфометрические характеристики: длина – 104 км, ширина – 52 км, средняя ширина – 25,5 км, длина береговой линии – 384 км, коэффициент развития береговой линии – 2,2 км, площадь водного зеркала – 2650 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина – 54 м, средняя глубина – 22,1 м, объем воды – 58 560 млн м<sup>3</sup> [1].

Гидрометеорологические условия, гидрографию и морфометрию, волновой режим, термический режим, ледовый режим, характер колебания и уровня воды, морфологию и динамику берегов и природные условия озера Алаколь всесторонне изучали разные специалисты [1-4].

Территория озера относится к полуаридной зоне. Климат имеет внутриконтинентальный и засушливый характер. Среднегодовая температура воздуха изменяется от 6,2°C в центре до 7,2°C на юге района. Среднемесячные температуры колеблются в среднем от 24,0°C (июль) до -14,8°C (январь). Наибольшее количество осадков выпадает в апреле, мае и ноябре-декабре. Среднегодовое количество осадков в Алакольской впадине составляет 521 мм. Средние годовые скорости ветра варьируют от 1,7 до 6,6 м/с [1].

Температура воды в летний период достигает 24–26°C. Вода Алаколя соленая, морская имеет минерализацию 1,2–11,6 г/л, рН 7,6–9,2, прозрачность 0,6–0,8 м [2]. Состав воды хлоридно-натриевый и хлоридно-сульфатно-натриевый, отмечается высокий уровень фтора и брома.

Рельеф котловины и побережий озера в значительной степени обусловлен тектоническими процессами, создавшими между хребтами обширную депрессию, разбитую разломами на блоки.



Террасы озера выработаны как в коренных, так и в рыхлых породах. Наличие хорошо окатанной гальки на их поверхности свидетельствует об озерном генезисе [3].

Аккумулятивный рельеф побережья представлен нерасчлененной и расчлененной озерными плоскими равнинами (западное и северо-западное побережья); расчлененной озерно-болотной плоской, слаборасчлененной равниной (залив Киши Алаколь – восточное побережье); слаборасчлененными аллювиально-дельтовыми плоскими, пологонаклонными равнинами; слаборасчлененной аллювиально-пролювиальной плоской пологонаклонной равниной (восточное побережье); слаборасчлененной аллювиально-озерной пологонаклонной равниной (северо-восточное побережье); расчлененной делювиально-пролювиальной, пологонаклонной равниной (юго-западное побережье); золовой равниной на закрепленных песках (северо-восточное побережье). На островах озера развит денудационный и эрозионный выработанный рельеф.

В современном берегообразовании оз. Алаколь участвуют абразионные, аккумулятивные, абразионно-аккумулятивные, аккумулятивно-фитогенные и дельтовые процессы. Основными рельефообразующими процессами на юго-западном побережье являются абразия, просадочность, овражная эрозия, плоскостной смыв, заболачивание, затопление. На южном побережье распространены аккумуляция, плоскостной смыв, засоление, заболачивание, овражная, речная и боковая эрозии, денудационные обрывы. На северо-восточном побережье на аллювиально-пролювиальной слаборасчлененной равнине, переходящей в долины и дельты рек Катынсу и Емель, основными рельефообразующими процессами являются дефляция, аккумуляция, плоскостной смыв, затопление, эрозия речная боковая и эрозионно-денудационные обрывы. На северном побережье развиты процессы затопления, заболачивания, засоления, речной и боковой эрозии, на северо-западном побережье – абразия, плоскостной смыв, засоление, на западном побережье – затопление, аккумуляция, заболачивание, плоскостной смыв, речная эрозия и эрозионно-денудационные обрывы. На островах Улькен и Кишкене Аралтобе распространены абразия и плоскостной смыв.

На основе исторических и геоморфологических данных на Алакольских озерах проходили процессы трансгрессии и регрессии. Уровень воды озера Алаколь по данным регулярных наблюдений, исторических и геоморфологических материалов имеет циклические колебания со следующими уровнями (по Балтийской системе высот): 1840 г. – 338 м, 1885 г. – 342,5 м, 1946 г. – 342 м, 1967 г. – 348,15 м, в наши дни – 351 м. Амплитуда вековых колебаний уровня озера обусловлена циклами различных ритмов, внутривековое значение примерно – 6 м [1]. Подъем уровня воды в озере с периода фактического наблюдения составляет в среднем от 26 до 70 см/год [3]. За последние века в озере отмечаются спады и подъемы уровня. С 1950-х годов по настоящее время ход уровня озера Алаколь имеет тенденцию к возрастанию. К основным факторам, влияющим на колебания уровня воды, относятся гидрометеорологические и неотектонические процессы, тектоническое строение.

Особенности процессов, формирующих берег озера Алаколь, определяются главным образом характером колебания уровня воды. На побережье озера увеличиваются темпы размыва берегов, что создает угрозу для объектов инфраструктуры и затрудняет рекреационное освоение прибрежной зоны. Исследование геоморфологических процессов на береговой зоне традиционными методами затрудняется сложными морфометрическими условиями побережья. В этой связи применение методов НЛС предоставляет широкие возможности оперативно и наиболее точно получать количественные данные о состоянии побережья и строить модели для последующих расчетов.

**Материалы.** Побережье озера Алаколь чувствительно к климатическим и антропогенным воздействиям. В последнее время происходят значительные изменения береговой линии, что требует выяснения причин изменений для оценки и предотвращения абразионного процесса. Наиболее точным и доступным методом для мониторинга изменения рельефной среды побережья является метод НЛС, который становится все более популярным и дает возможность детально отслеживать геоморфологические процессы в 3-х измерениях, улучшая пространственное и временное разрешение данных [5].

Применение метода НЛС в исследовании рельефообразования побережья широко распространено в мире. Например, результаты исследований НЛС позволили получить наиболее точную цифровую модель рельефа (ЦМР) с географической привязкой, 2D и 3D изображения морского

утеса полуострова Ясмунд (юго-западное побережье Балтийского моря) для мониторинга пространственных и временных изменений и оценки процессов массового смыва грунтовой массы [6].

Успешно применены методы НЛС при построении детальных профилей, расчетах скорости отступления и переработки берегового уступа на побережье Восточной Англии (Happisburgh, Norfolk). С 2001 по 2003 г. с участка берегового уступа длиной 100 м было переработано приблизительно 18 000 м<sup>3</sup> грунта, а скорость отступления варьирует от 8 до 10 м/год [7].

Оценку причин переработки берегового уступа и изменения береговой линии Езерского водохранилища (Польша) с применением НЛС проводили Kaczmarek e.a. (2019). Дифференциальный анализ разносезонных цифровых моделей местности позволил определить, что около 70% разрушения берегового уступа связано с воздействием разности температур (замораживание-оттаивание) и 20% – с воздействием волновых процессов [8]. Многие авторы нашли решения в своих работах по изучению побережья водоемов, используя метод НЛС [9-12].

Исследование микротопографической изменчивости водно-болотных угодий в северной части штата Миннесота (США) с использованием НЛС проводили Atticus e.a. (2019). Разработана новая методика количественного определения изменения вертикальной и горизонтальной микротопографической структуры водно-болотных угодий на основе высокоточного ЦМР до 1 см [13]. С помощью высокоточной ЦМР ученые Lin e.a. (2013) выполнили идентификацию разломов в горах Центральной Японии с выделением мелких тектонико-геоморфологических типов рельефа [14]. Использовали высокоточную ЦМР, построенную в результате обработки данных НЛС, для идентификации трещин в обнажениях разных литологических пород для предотвращения опасных процессов [15]. Метод НЛС широко применяется при изучении движения скал и холмов, оползней, осыпей и камнепадов в разных уголках нашей планеты.

Вдоль береговой зоны озера Алаколь встречаются участки, где активно развиваются абразионные процессы. В качестве репрезентативных на юго-западном берегу озера выбраны 4 мониторинговых участка. По морфодинамическим данным на этих участках наблюдается разрушение береговых уступов под действием абразии. С 2018 по 2019 г. проводились мониторинговые наблюдения и дополнительное изучение абразии. При изучении динамики абразии применялись картографические, полевые инструментальные (наблюдательные на ключевых участках) методы, сравнительный анализ и описание результатов. Высокоточный лазерный 3D сканер RIEGL VZ-4000 применялся для получения детальной цифровой модели местности в виде массива облаков точек с последующей обработкой полученных данных в программе RiSCAN PRO. Привязка мест стоянки сканера (станций) и ориентирных точек проводилась в системе координат проекта.

Основная цель статьи – предложить метод НЛС для мониторинга и прогнозирования побережья водоемов, где проходят абразионные процессы. Результаты исследований демонстрируют, что предлагаемый подход может быть очень полезен при составлении планов развития территорий, оценке рисков, связанных с эрозией берегов, или сохранении природных ландшафтов.

**Методы исследования.** Наземное лазерное сканирование – это наземная технология LIDAR («обнаружение и определение дальности света»), в которой для определения расстояния между инструментом и точкой на отражающей поверхности используется обнаружение лазерного луча без отражений по времени пролета.

Сканер фиксирует трехмерное положение точек данных в зоне съемки, собирая координаты  $x$ ,  $y$  и  $z$  и интенсивность отражения каждой точки. Информация о пространственных точках результирующего облака точек может затем использоваться для получения точных цифровых моделей рельефа (ЦМР), картирования или дальнейшей обработки для моделирования отступления берега во времени. Последовательные съемки НЛС применяются для расчета разностных моделей для конкретных периодов путем сравнения последовательных облаков точек и моделей поверхности. Эта процедура обеспечивает визуализацию областей, подверженных временным изменениям поверхности, и, следовательно, позволяет осуществлять мониторинг и количественную оценку изменений (например, баланс массы).

Основные этапы применения метода наземного лазерного сканирования:

- подготовительные работы для НЛС в полевых условиях;
- НЛС по сбору данных;

- обработка полученных данных со сканера;
- анализ разновременных цифровых моделей рельефа.

*Подготовительные работы для НЛС в полевых условиях.* Работы начинаются с выбора ключевых участков для мониторинга наиболее подверженных абразии береговых уступов. Для максимального охвата прибором наиболее активной абразии и минимизирования не покрытых сканированием поверхностей (черные пятна) предварительно проводится изучение местности (нами были использованы ресурсы Google Earth), космических снимков и топографических карт. На подготовленные карты-схемы наносятся точки сканирования (сканпозиции), но при изменении местности или не корректных картографических материалах точки сканирования корректируются в зависимости от условий участка. Во время подготовительных работ НЛС процесса абразии на побережье оз. Алаколь со сканером Riegl VZ-4000 определились следующие критерии: минимальное расстояние до объекта – 5 м; контроль за диффузно рассеивающими целями (стены, кустарники и деревья) для получения полного набора данных о поверхности объекта; вертикальный диапазон охвата сканирования 60°; горизонтальный шаг сканирования 0,03° (Frame Res); частота измерения Meas Program 200 kHz (дальности сканирования 1–2 км); перекрытие сканов между собой 15–20%; обязательна прочная точка стояния сканера.

*НЛС по сбору данных.* Сканирование объектов обычно проводится при помощи нескольких сканов с различных точек стояния по отношению к изучаемому природному объекту. Съёмка со сканером Riegl VZ-4000 элементов побережья проводилась сперва по пляжу для съёмки самого пляжа и стены берегового уступа, второй ход по поверхности абразионного берега вдоль бровки абразионного уступа и третий ход по поверхности абразионного берега на расстоянии 100-200 м от бровки уступа (рисунок 1). При сканировании объекта с полезными данными на сканер поступают эхо или шум (переотраженные сигналы от разных поверхностей), которые мы не можем предсказать, но у нас есть возможность избавиться от ненужных данных в постобработке. Также потребовалось провести несколько лазерных сканирований с разными шаблонами сканирования (с разным разрешением) более сложных береговых уступов, чтобы сохранить наилучшее качество данных. Эти действия помогут в управлении и при фильтрации данных на этапе последующей обработки.

*Обработка полученных данных со сканера.* Обработка данных разделена на три компонента. Первый компонент состоит из регистрации сканирования, уравнивания точек, геопривязки, начальной фильтрации шума и удаления посторонних зон и создания единого облака точек (см. рисунок 1, а). Эти задачи обычно выполняются с использованием программного пакета RiSCAN PRO. Полученные во время полевых работ отдельные сканы соединяются между собой. Различные точки стояния сканера называются сканпозициями. Для группировки различных данных по скану данные сохраняются в структуре каталогов, принадлежащих рабочему проекту программы и отдельной сканпозиции.

Второй компонент обработки заключается в фильтрации данных от растительности, шума и посторонних не природных предметов. При сканировании природных объектов вместе с полезными данными попадают лишние эходанные (переотраженные сигналы от разных поверхностей). Эти эходанные при обработке облака точек для дальнейшего анализа создают ненужную информацию, поэтому необходимо их удаление. Для этого на созданном облаке точек оставляем только «первое» и «последнее эхо», а «прочие эха» удаляем.

При сканировании на открытой местности сканер также принимает отраженные сигналы от растительности и неприродных предметов, которые для построения цифровой модели рельефа не нужны. Поэтому при обработке данных в программном обеспечении RiSCAN PRO из облака точек, применяя опции фильтр растительности, удаляем растительный покров. Неприродные объекты удаляем вручную, вырезая каждый объект по отдельности.

После очистки от растительности и от неприродных объектов остаются только данные для построения цифрового рельефа местности (см. рисунок 1, б). Таким образом, в облаке точек остаются самые полезные точки для дальнейшей обработки.

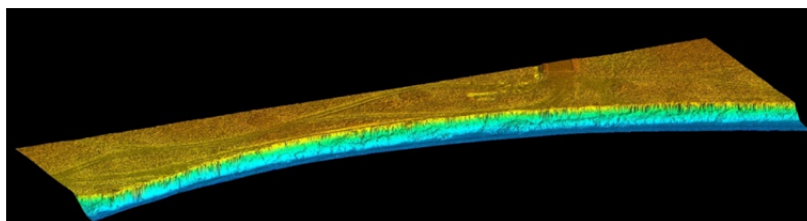
Третий последний компонент – это создание ЦМР побережья. Для этого необходимо создание полиданных, используя фильтр данных. С его помощью, выбирая режим 2,5D растр, получаем полиданные. Далее эти полиданные будут триангулированы через алгоритм триангуляции Делоне.



а



б



в

Рисунок 1 – Основные этапы создания высокоточного ЦМР побережья рекреационной зоны с. Акши:  
 а – созданное единое облако точек; б – фрагмент берега после очистки от растительности  
 и посторонних неприродных предметов; в – фрагмент ЦМР берега

Триангуляция Делоне вычисляется с 2,5D координат вершин, преобразованных в референсную плоскость. Этот метод калькуляции использует поверхность рельефа на момент съемки (триангуляции) для калькуляции объема. Каждый треугольник сети вместе с референсной плоскостью формирует треугольную призму, сумма всех объемов призм – общие объемы объекта. В результате триангуляции данных получаем высокоточный ЦМР абразионного берега для дальнейшего анализа (см. рисунок 1, б). Созданные модели были проверены в ходе полевого осмотра. ЦМР абразионного берега можно сравнить с реальной поверхностью.

*Анализ разновременных цифровых моделей рельефа.* В программном обеспечении RiSCAN PRO можно высчитывать объемы объектов из ЦМР, также можно получить плановый вид, поперечные и продольные профили за разные периоды в одном изображении. Для выявления объема переработанного берега за определенный период необходимо подготовить ЦМР за разные периоды. Вызывая в один проект ЦМР разных лет и используя опцию «расчет объема», получаем количественные данные в единице м<sup>3</sup>. Объем рассчитывается между плоскостью и результирующей поверхностью. В проекте RiSCAN PRO, включая инструмент клеточный масштаб, можно получить количественные данные по изменению высоты, ширины и длины объекта. Последовательность в работе с разновременными ЦМР для выявления изменений берега показаны на рисунке 2. Продукты, полученные из данных облака точек, дают возможность проанализировать изменения объема различных изменений поверхности, а полученная ЦМР используется во многих исследованиях, включая геоморфологические.

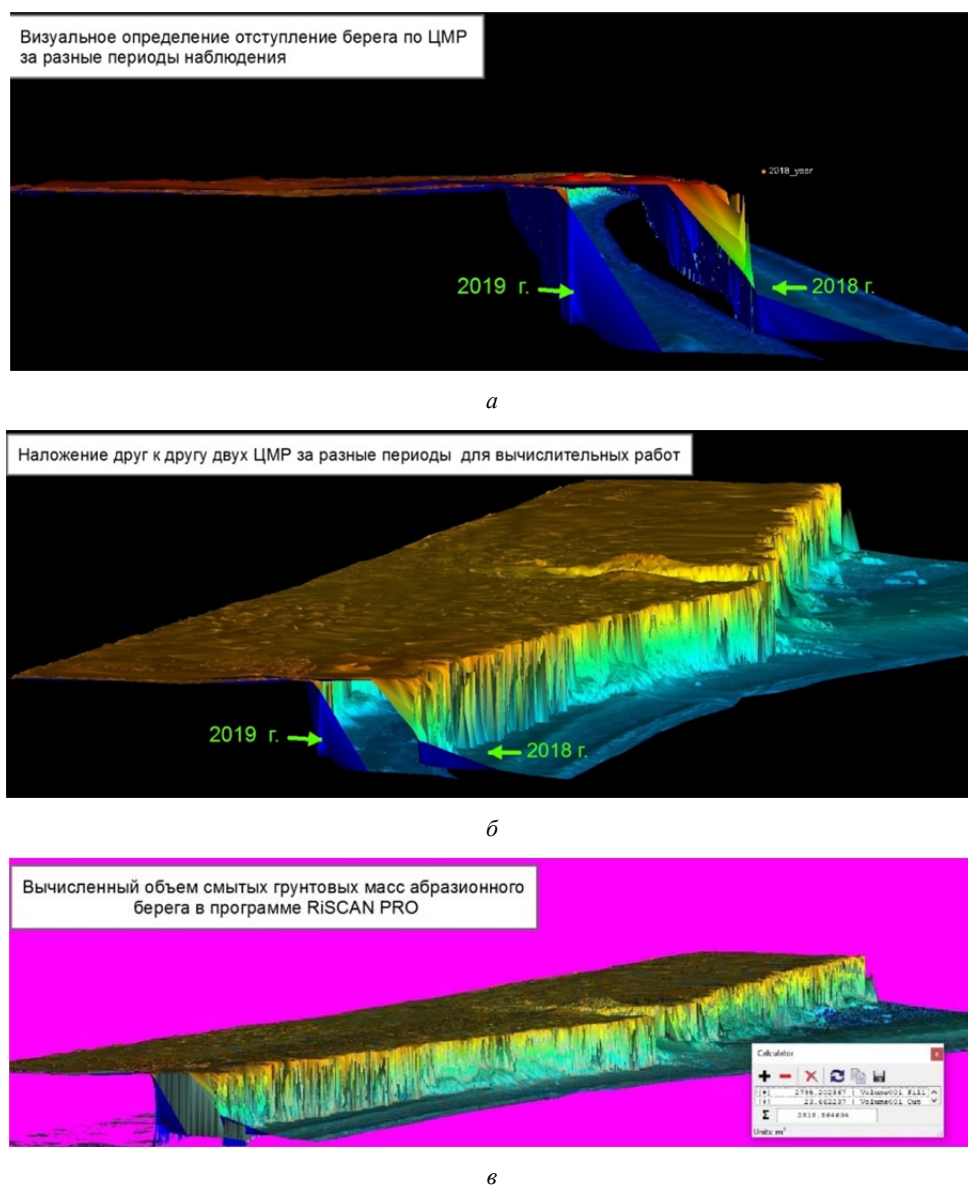


Рисунок 2 – Анализ разновременных ЦМР: а – визуальное определение отступления за разные периоды наблюдения; б – определение динамики абразивного процесса; в – вычисление объема переработанного грунта

**Результаты исследования.** Количественные показатели динамики переработки денудационных берегов были получены в результате обработки и анализа данных лазерной съемки за 3 года (2018-2020). Имеющийся временной интервал позволил вычислить скорость и объем абразивного процесса за один полный календарный год. Камеральные работы проводились в специальном программном обеспечении RiSCAN PRO. Результаты инструментальной съемки по реперам соответствуют количественным данным лазерной съемки. За результат динамики переработки берегов в программном обеспечении бралось расстояние между береговыми уступами разных лет. Показатели объема определили вычислением плоскости между двумя разновременными поверхностями берегового клифа цифровой модели рельефа.

Мониторинговый участок «Малая Коса» (левый берег рекреационной зоны с. Акши) охватывает 200 м вдоль берегового участка. Средняя динамика отступления берега за два года (2018–2020) составила 3,6 м при высоте берегового уступа 3,5–4,4 м. Для наглядной визуализации динамики переработки берегов на данном участке построили 2 поперечных профиля (рисунок 3). Скорость отступления берегов на первом профиле составила 10,5 м/год (h уступа – 4,4 м), на 2-м поперечном профиле – 6,8 м/год (h уступа 4,2 м).



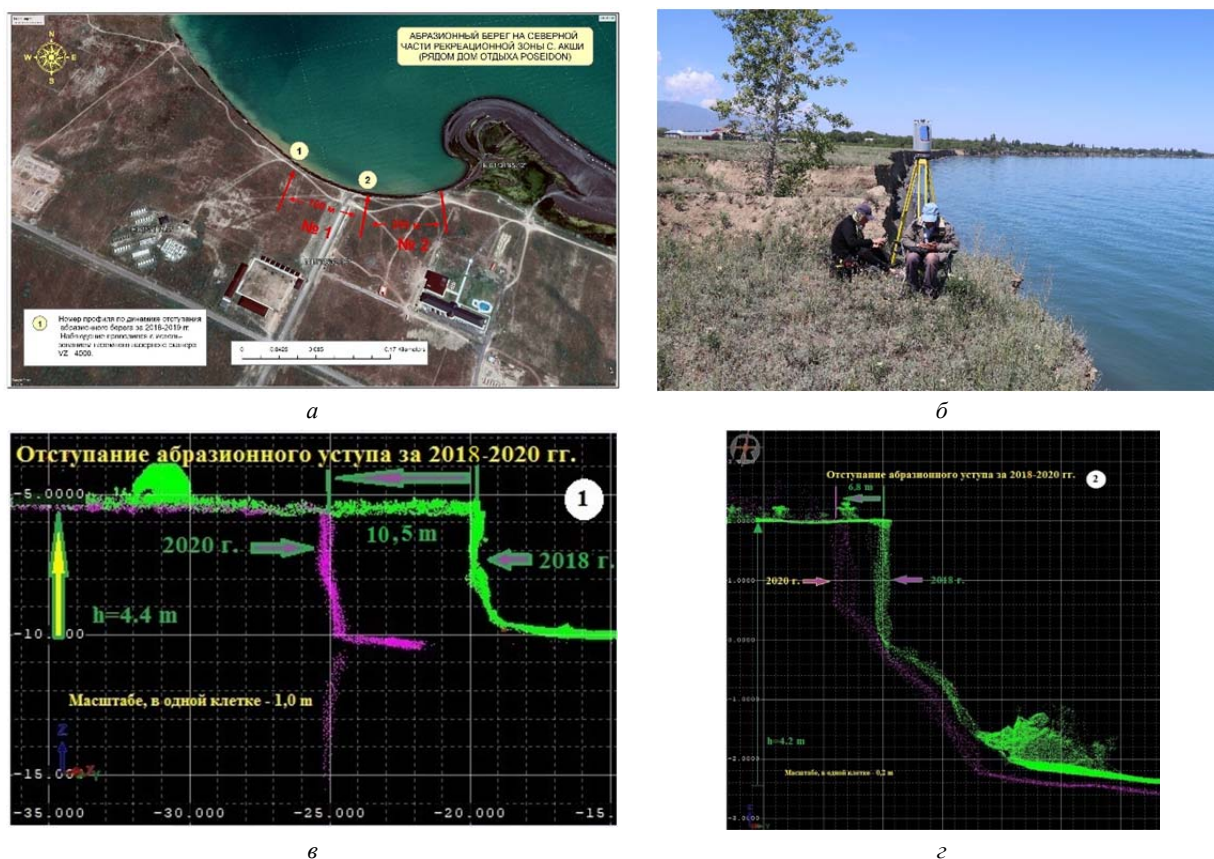


Рисунок 3 – Мониторинговый участок «Малая Коса» (левый берег рекреационной зоны Акши):

*a* – космоснимок участка; *б* – измерение ЛНС на исследуемом участке; *в* – отступление абразионного уступа в точке 1; *г* – отступление абразионного уступа в точке 2 (таблица 1). Средняя динамика отступления берега за два года (2018–2020) составила от 3,6 м при высоте берегового уступа 3,5–4,4 м

Мониторинговый участок коса «Малый Балгын» (левый берег рекреационной зоны Акши) занимает 150 м вдоль берегового участка. Динамика отступления берега за два года (2018–2020) составила от 2 до 3,2 м при высоте берегового уступа 2,2–3,7 м. Значения динамики получены на основе анализа двух поперечных профилей берегового уступа (рисунок 4). На данном участке мониторинг показал самые низкие значения скорости переработки берегового уступа.

Мониторинговый участок южнее основания косы «Белкудык» (левый берег рекреационной зоны Акши) включает 100 м вдольберегового побережья. Динамика отступления берега за два года (2018–2020) составила от 14,7 до 22,9 м при высоте берегового уступа 1,2–2,5 м. Динамика определена в результате построения и анализа двух поперечных профилей. Значения динамики переработки берега выделяют этот участок как самый уязвимый к современным процессам берегообразования побережья рекреационной зоны Акши.

Мониторинговый участок «с. Коктума» занимает 600 м вдольберегового побережья селитебных земель с. Коктума. Динамика отступления берега за два года (2018–2020) составила от 4 до 5,8 м при высоте берегового уступа 7,2–9 м. Значения вычислены по данным шести поперечных профилей, построенных с интервалом 100 м.

Полученные скорости отступления берегов позволили обозначить следующие закономерности рельефообразования побережья рекреационной зоны сел Акши и Коктума:

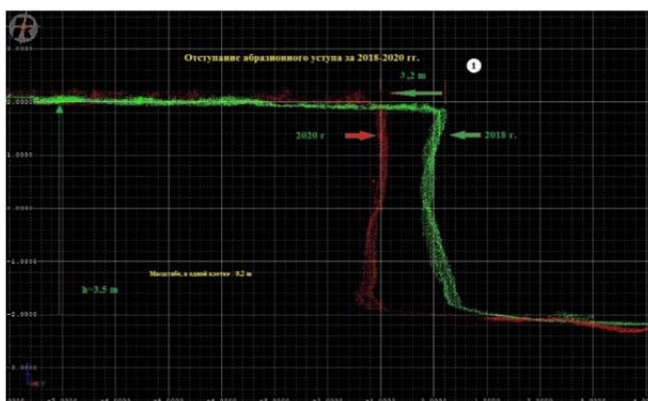
- динамика берегов усиливается на подветренных участках, завернутых оконечностей кос, о чем свидетельствуют сформировавшиеся дугообразные формы берега;
- интенсивность эрозии берегов зависит от относительных высот берегового уступа: чем ниже относительная высота, тем интенсивнее переработка берегов;
- наряду с отступанием денудационных берегов наблюдаются изменение форм аккумулятивного рельефа, рост наносов в концевой части прибрежных кос;
- скорости отступления берега от 1,3 до 7,4 м/год определяют абразионные процессы как ведущие в рельефообразовании побережья (таблица 1).



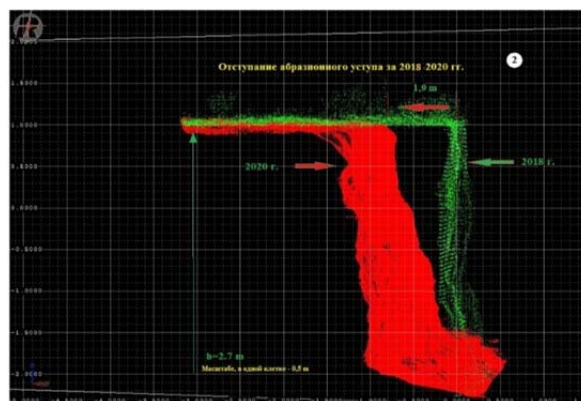
а



б



в



г

Рисунок 4 – Мониторинговый участок коса «Малый Балгын» (левый берег рекреационной зоны с. Акши): а – космоснимок участка; б – измерение ЛНС на исследуемом участке; в – отступление абразионного уступа в точке 1; г – отступление абразионного уступа в точке 2 (таблица 1). Динамика отступления берега за два года (2018–2020) составила от 2 до 3,2 м при высоте берегового уступа 2,2–3,7 м

Таблица 1 – Мониторинг динамики переработки берегов оз. Алаколь на ключевых участках за 1 год (2018–2020 гг.)

Ключевой участок мониторинга	Координаты	№ профиля	Область покрытия, м	Высота уступа, м	Динамика абразии, м	Высота уступа, м	Динамика абразии, м	Динамика абразии, м	Средняя динамика абразии, м
				2018-2019 гг.		2019-2020 гг.		2018-2020 гг.	2018-2020 гг.
1. «Малая Коса», с. Акши	45°58'35,61" 81°31'33,14"	1	0 - 100	3,7	5,5	4,4	5	10,5	5,25
		2	101 - 200	4,4	6,0	4,2	0,8	6,8	2
2. Коса «Малый алгын», с. Акши	45°58'10,83" 81°32'23,68"	1	0 -100	3,7	2,0	3,5	1,2	3,2	2
		2	101-200	2,2	1,3	2,7	0,7	2	1
3. Основание косы «Белкудык»	45°59'00,25" 81°31'15,87"	1	0 - 100	1,2	7,2	1	7,5	14,7	7,35
		2	101 - 200	1,5	7,4	2,5	15,5	22,9	11,45
4. «с. Коктума»	45°51'39,25" 81°39'38,83"	1	0 -100	9,0	2,0	8,5	1,2	3,2	2
		2	101-200	8,7	1,3	8,6	2,7	4	2
		3	201-300	8,7	4,0	7,8	1,8	5,8	2,9
		4	301-400	8,0	3,0	7,0	1,9	4,9	2,45
		5	401-500	7,7	3,3	7,5	2,9	6,2	3,1
		6	501-600	7,2	4,0	5,0	1,5	5,5	2,75

Количественные характеристики объема переработанного грунта берегового уступа по результатам двухлетнего мониторинга (2018–2020 гг.) представлены в таблице 2. Расчет плоскости между двумя цифровыми моделями местности проводился на определенных репрезентативных отрезках вдольберегового побережья длиной от 100 до 200 м. Этот подход позволяет сохранить высокую точность расчетов при проведении геопространственных вычислений в программном обеспечении, уменьшает время обработки исходных данных. Показательные результаты вычислений на определенных участках приемлемы для интерполяции на соседние береговые уступы с идентичными природными условиями. Мониторинговый участок коса «Малый Балгын» (левый берег рекреационной зоны Акши) включает 150 м вдольберегового участка побережья. Объем эрозии берегового клифа составил 4084 м<sup>3</sup> при высоте берегового уступа 2,2–3,7 м. Мониторинговый участок «Малая Коса» (левый берег рекреационной зоны Акши) имеет длину охвата 200 м вдольберегового участка побережья. Объем переработки берегов составил 4445 м<sup>3</sup>, высота уступа – 3,7–4,4 м. Участок южнее основания косы «Белкудык» (левый берег рекреационной зоны Акши) занимает 100 м вдольберегового побережья. Объем переработанной аккумулятивной массы берегового уступа составил 6281 м<sup>3</sup> при высоте уступа 1–2,5 м. Для расчета объема мониторингового участка «с. Коктума» использовали 200 м вдольберегового побережья селитебных земель. Объем переработанного грунта берегового клифа составил 9159 м<sup>3</sup> при высоте уступа 5–9 м.

Таблица 2 – Количественные характеристики объема переработанного грунта берегового уступа по результатам двухлетнего мониторинга (2018-2020 гг.)

Ключевой участок мониторинга	Координаты	Область наблюдения, м	Объем денудации уступа, м <sup>3</sup>			Средний объем денудации уступа, м <sup>3</sup>
			2018-2019 гг.	2019-2020 гг.	2018-2020 гг.	2018-2020 гг.
1. «Малая Коса», с. Акши	45°58'35,61" 81°31'33,14"	200	3394	1051	4445	2222,5
2. Коса «Малый Балгын», с. Акши	45°58'10,83" 81°32'23,68"	150	2794	1290	4084	2042
3. Основание косы «Белкудык»	45°59'00,25" 81°31'15,87"	100	2199	4082	6281	3140,5
4. «с. Коктума»	45°51'39,25" 81°39'38,83"	200	5536	3623	9159	4579,5

Полученные количественные параметры объемов переработки берегов исследуемых мониторинговых участков за 2 года позволили определить, что в среднем эрозии подвергается более 2996 м<sup>3</sup> грунта берегового клифа на каждые 100 м берега независимо от высоты уступа. Общий объем переработанной массы для схожих условий можно определить путем простых математических расчетов. Следует учесть разнообразность природных условий денудационных побережий, где объемы переработки могут значительно отличаться. Необходимо продолжить мониторинговые исследования побережья с применением лазерного сканера, увеличить временной ряд наблюдений, которые позволят обозначить пространственно-временные закономерности развития переработки денудационных берегов оз. Алаколь.

**Выводы.** Используя данные НЛС, мы создали ЦМР абразионного берега озера Алаколь по отдельным мониторинговым участкам. Результаты показывают, что с подходящими параметрами данный метод может быстро идентифицировать наиболее активно отступающие абразионные уступы побережья оз. Алаколь и получить количественные данные. На основе анализа серии ЦМР за 2018–2020 гг. (юго-западный берег озера Алаколь), полученных с использованием метода НЛС, подсчитаны средняя скорость отступления берега – 3,69 м/год и переработанный объем грунтовых масс берегового уступа – 2996 м<sup>3</sup>/100 м. Аналитические мероприятия, основанные на методе конечных разностей, были выполнены для количественной оценки объема перемещаемого материала и отступления абразионного берега.

Во время визуального изучения береговой линии на полученных ЦМР за разные годы обнаружены изменения морфометрии косы и увеличение поступления наносов, т.е. усиления процесса аккумуляции. В дальнейшем, применяя метод НЛС, можно получить количественные данные по объемам наносов и построить отдельно цифровую модель косы для мониторинга.

Основным фактором отступления берега и переработки уступов является повышение уровня воды в озере в комплексе с сильными ветрами и осадками. При подъёме уровня озера затапливаются пляжи, низкие берега, пойменные террасы и косы. Сильные ветры поднимают и вызывают разрушительные волны, которые в свою очередь разрушают уступы побережья. При сезонных обильных осадках дождевая вода, попадая в трещины глинистых уступов, разрушает их основу и отрывает грунтовые массы под воздействием гравитационной силы от монолитного состояния уступа. Эти факторы являются основными причинами развития процесса абразии на побережье оз. Алаколь. Повышение уровня воды в озере отражается на геоморфологии побережья.

Системное и долгосрочное использование метода НЛС при изучении рельефообразующих процессов побережья оз. Алаколь дает возможность контролировать опасности абразийных процессов, улучшать последующую характеристику деятельности и морфометрии побережья по мере их развития. Исследования предоставляют надежные данные для местных органов власти, отвечающих за оценку опасности абразийного процесса, а также планирование и реализацию адаптивных мероприятий по сдерживанию отступления берега озера.

Предложенный метод НЛС-мониторинга и прогнозирования дает возможность использовать его не только применительно к побережьям водоемов, но и к другим типам скал и холмов для лучшего понимания явлений, связанных с различными процессами рельефообразования, таких, как оползни, осыпи и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 13. Центральный и Южный Казахстан. Вып. 2 / Под ред. Г. Г. Доброулова, З. М. Кожина. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970. – С. 388-507.
- [2] Алакольская впадина и её озера / Под ред. Н. Н. Пальгова, Г. З. Поповой, И. С. Соседова, П. П. Филонца. – Алма-Ата, 1965. – 308 с.
- [3] Казанская Е.А. Современная динамика берегов озер Алаколь и Жаланашколь // Геоморфология. – 1973. – № 3. – С. 56-64.
- [4] Коровин В.И., Курдин Р.Д. Уровненный режим Алакольских озер // Вопросы географии Казахстана. – Алма-Ата, 1965. – № 12.
- [5] Telling J., Lyda A., Hartzell P., Glennie C. Earth-Science Review of Earth science research using terrestrial laser scanning. Rev. 169, 2017, 35-68. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.04.007>
- [6] Dirk Kuhn, Steffen Prüfer, Coastal cliff monitoring and analysis of mass wasting processes with the application of terrestrial laser scanning: A case study of Rügen, Germany. *Geomorphology*, 213 (2014), 153-165.
- [7] Poulton, Catherine V.L.; Lee Jonathan; Hobbs Peter; Jones Lee; Hall Michael. 2006. Preliminary investigation into monitoring coastal erosion using terrestrial laser scanning: case study at Happisburgh, Norfolk. *Bulletin of the Geological Society of Norfolk*, No. 56, 45-64.
- [8] Halina Kaczmarek, Sebastian Tyszkowski, Arkadiusz Bartzak, Mateusz Kramkowski, 2019. Katarzyna Wasak. The role of freeze-thaw action in dam reservoir cliff degradation assessed by terrestrial laser scanning: A case study of Jeziorsko Reservoir (central Poland). *Science of the Total Environment*, 690 (2019), 1140-1150, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.07.032
- [9] Kramarska R., Frydel J., Jeglinski W. Terrestrial laser scanning application for coastal geodynamics assessment: the case of Jastrzebia Góra cliff. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 2011, vol. 446, p. 101-108.
- [10] Somma R., et al. Application of Laser Scanning for Monitoring Coastal Cliff Instability in the Pozzuoli Bay, Coroglio Site, Posillipo Hill, Naples. *Engineering Geology for Society and Territory*, vol 5: Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation, 2015, p. 687- 690. DOI:10.1007/978-3-319-09048-1\_133
- [11] Suchocki C. Application of Terrestrial Laser Scanner in Cliff Shores Monitoring (in Polish). *Rocznik Ochrona Srodowiska*, 2009, vol. 11, p. 715-725, part 1.
- [12] Burdziakowski P., et al. Maritime laser scanning as the source for spatial data. *Polish Maritime Research*, 2015, vol. 22, iss. 4, p. 9-14. DOI:10.1515/pomr-2015-0064
- [13] Atticus E.L. Stovalla, Jacob S. Diamondc, Robert A. Slesakd, Daniel L. McLaughlinc, Hank Shugart. 2019. Quantifying wetland microtopography with terrestrial laser scanning. *Remote Sensing of Environment*, 232, (2019), 111271. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111271>
- [14] Lin Z., Kaneda H., Mukoyama S., Asada N., Chiba T., 2013. Detection of subtle tectonicgeomorphic features in densely forested mountains by very high resolution airborne LiDAR survey. *Geomorphology* 182 (0), 104-115.
- [15] Ting Cao, Ancheng Xiao, Lei Wua, Liguang Maoc, 2017. Automatic fracture detection based on Terrestrial Laser Scanning data: A new method and case study. *Computers & Geosciences*. Volume 106, September 2017, Pages 209-216, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.04.003>



## REFERENCES

- [1] Editors G.G. Dobroumova, Z.M. Kozhina, 1970, USSR Surface Water Resources, Vol. 13. Central and Southern Kazakhstan, Issue 2, 388-507.
- [2] Editorial board of N.N. Palgov, G.Z. Popova, I.S. Neighbors, P.P. Filonets, 1965. Alakol depression and its lakes, 308 p.
- [3] Kazanskaya E.A., 1973. Modern dynamics of the shores of lakes Alakol and Zhalanashkol. *Geomorphology*, 3 (1973), 56-64.
- [4] Korovin V.I., Kurdin R.D. 1965. Level regime of Alakol lakes. *Questions of geography of Kazakhstan*, 12 (1965).
- [5] Telling J., Lyda A., Hartzell P., Glennie C. Earth-Science Review of Earth science research using terrestrial laser scanning. *Rev.* 169, 2017, 35-68. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.04.007>
- [6] Dirk Kuhn, Steffen Prüfer, Coastal cliff monitoring and analysis of mass wasting processes with the application of terrestrial laser scanning: A case study of Rügen, Germany. *Geomorphology*, 213 (2014), 153-165.
- [7] Poulton, Catherine V.L.; Lee Jonathan; Hobbs Peter; Jones Lee; Hall Michael. 2006. Preliminary investigation into monitoring coastal erosion using terrestrial laser scanning: case study at Happisburgh, Norfolk. *Bulletin of the Geological Society of Norfolk*, No. 56, 45-64.
- [8] Halina Kaczmarek, Sebastian Tyszkowski, Arkadiusz Bartczak, Mateusz Kramkowski, 2019. Katarzyna Wasak. The role of freeze-thaw action in dam reservoir cliff degradation assessed by terrestrial laser scanning: A case study of Jeziorsko Reservoir (central Poland). *Science of the Total Environment*, 690 (2019), 1140-1150, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.07.032
- [9] Kramarska R., Frydel J., Jeglinski W. Terrestrial laser scanning application for coastal geodynamics assessment: the case of Jastrzebia Góra cliff. *Biuletyn Panstwowego Instytutu Geologicznego*, 2011, vol. 446, p. 101-108.
- [10] Somma R., et al. Application of Laser Scanning for Monitoring Coastal Cliff Instability in the Pozzuoli Bay, Coroglio Site, Posillipo Hill, Naples. *Engineering Geology for Society and Territory*, vol 5: Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation, 2015, p. 687- 690. DOI:10.1007/978-3-319-09048-1\_133
- [11] Suchocki C. Application of Terrestrial Laser Scanner in Cliff Shores Monitoring (in Polish). *Rocznik Ochrona Srodowiska*, 2009, vol. 11, p. 715-725, part 1.
- [12] Burdziakowski P., et al. Maritime laser scanning as the source for spatial data. *Polish Maritime Research*, 2015, vol. 22, iss. 4, p. 9-14. DOI:10.1515/pomr-2015-0064
- [13] Atticus E.L. Stovalla, Jacob S. Diamondc, Robert A. Slesakd, Daniel L. McLaughlinc, Hank Shugart. 2019. Quantifying wetland microtopography with terrestrial laser scanning. *Remote Sensing of Environment*, 232, (2019), 111271. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111271>
- [14] Lin Z., Kaneda H., Mukoyama S., Asada N., Chiba T., 2013. Detection of subtle tectonicegeomorphic features in densely forested mountains by very high resolution airborne LiDAR survey. *Geomorphology* 182 (0), 104-115.
- [15] Ting Cao, Ancheng Xiao, Lei Wua, Liguang Maoc, 2017. Automatic fracture detection based on Terrestrial Laser Scanning data: A new method and case study. *Computers & Geosciences*. Volume 106, September 2017, Pages 209-216, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.04.003>

**Е. Е. Халыков<sup>1</sup>, Ю. Ф. Лый<sup>2</sup>, А. Д. Абитбаева<sup>3</sup>, М. М. Тоғыс<sup>1</sup>, А. Г. Валеев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Геоморфология және геоақпараттық картаграфиялау зертханасының ғылыми қызметкері  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Г.ғ.к., геоморфология және геоақпараттық картаграфиялау зертханасының аға ғылыми қызметкері  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup>Г.ғ.к., геоморфология және геоақпараттық картаграфиялау зертханасының меңгерушісі  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

**АЛАКӨЛ КӨЛІНІҢ ЖАҒАЛАУ ЖАР ҚАБАҒЫНЫҢ  
ДИНАМИКАЛЫҚ ӨНДЕЛЕУІН ЛАЗЕРЛІ СКАНЕРДІ ПАЙДАЛАНУ  
НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ**

**Аннотация.** Жұмыстың негізгі мақсаты Алакөл көлінің жағалауының шайылу динамикасын жер бетін түсіретін лазерлік сканерін пайдалану арқылы зерттеу болып табылады. Жағалаудағы жер бедерінің бөліктері елеулі өзгерістерге әкеліп соғады және қолданыстағы инфрақұрылымдық нысандарына қауіп төндіреді сонымен қатар жағалау аймағының рекреациялық дамуына кедергі жасап, қиындық туындатады. Жер бетін лазерлік сканерлеу әдісін қолданудың негізгі кезеңдері: далалық жағдайда жер бетін лазерлік түсіру құралымен дайындық жұмыстары; RIEGL VZ-4000 лазерлік сканерімен деректерді жинауға арналған ЖЛС;

алынған мәліметтерді RiSCAN PRO бағдарламасында өңдеу; әртүрлі уақыттық цифрлық жер бедерінің модельдерін (DEM) талдау. Сипатталған зерттеу әдісі жағалау эрозиясының қарқынын есептеуге және жағалау сызығының профилін жасауға мүмкіндік береді. Жағалаудың жер бедерін түзуші процестерін зерттеуде жер бетін лазерлі сканерлеу әдісін жүйелі және ұзақ мерзімді пайдалану жағалау эрозиясымен байланысты мәселелерді шешуге көмектеседі, атап айтқанда, абразияның әсерінен жағалаудағы табиғи ландшафттар мен инфрақұрылым нысандарына кері әсерін азайтады

**Түйін сөздер:** жағалау, жер бедер үдерістері, абразия, жер бетін лазерлік сканерлеу.

Ye. Ye. Khalykov<sup>1</sup>, Yu. F. Lyi<sup>2</sup>, A. D. Abitbayeva<sup>3</sup>, M. M. Togys<sup>1</sup>, A. G. Valeyev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Scientific researcher of the department of geomorphology and GIS-mapping  
(JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup> Candidate of geographical Sciences, Senior Researcher of the department of geomorphology and GIS-mapping  
(JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup> Candidate of geographical Sciences, Head of the department of geomorphology and GIS-mapping  
(JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

#### DETERMINATION OF THE COASTAL RETREAT DYNAMICS OF THE ALAKOL LAKE USING A LASER SCANNER

**Abstract.** The purpose of this study is to follow the dynamics of erosion on the Alakol lake coasts using terrestrial laser scanner (TLS), which are leading to major changes of embossed medium, endanger the existing infrastructure and hinder the development of recreational coastal zone. The main steps in applying the ground-based laser scanning method are as follows: preparatory work for field-based radar systems; TLS data collection with laser scanner RIEGL VZ-4000; processing the received data in the RiSCAN PRO program; analysis of multi-temporal digital elevation models (DEM). Four monitoring sites were selected on the southwestern coast of the Alakol lake, where abrasion is actively developing. The described shooting method allows to calculate the volumes of the rates of shore erosion and coastline profiling. The systematic and long-term use of the TLS method in studying the relief-forming processes of the coast will contribute to solving problems associated with coastal erosion, in particular, reduce the negative impact of abrasion on natural coastal landscapes and infrastructure.

**Keywords:** coast, abrasion, terrestrial laser scanning, erosion, relief-forming processes.



УДК 556.55

А. З. Таиров<sup>1</sup>, Д. У. Абдибеков<sup>2</sup>, К. С. Оразбекова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup> Научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>3</sup> К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории географии туризма и рекреации (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

## УТОЧНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОЗЕРА КАМЫСТЫБАС

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы уточнения основных морфометрических характеристик озера Камыстыбас в казахстанской части Приаралья. Приведена краткая история исследования этого озера. Описаны гидрографические характеристики и местоположение водоема в системе озер. Уточнена оценка морфометрии озера (площадь, объем, глубина и т.д.) на основе батиметрической съемки. Построена современная батиметрическая карта озера Камыстыбас при заданном уровне воды.

**Ключевые слова:** озеро Камыстыбас, протока, жарма, батиметрическая съемка, морфометрия, батиметрическая карта.

Озеро Камыстыбас (*мест. назв. Камбай, в ранних источниках Камышлы-Бай, в других описаниях Камышлыбай, Камыслыбас*) расположено на северо-востоке Приаралья, в 2 км северо-западнее населенного пункта с одноименным названием Камыстыбас Аральского района Кызылординской области.

Конфигурация озера в плане представляет собой вытянутый по направлению с юго-запада на северо-восток «овально-удлиненный» водоем. По всем геоморфологическим и гидрографическим признакам является остаточным (реликтовым) заливом от некогда «величественного» Аральского моря.

Озеро Камыстыбас и участвующие в его питании водоемы составляют цепочку «крючкообразной» формы озер на правобережной части реки Сырдария, образуя гидравлически взаимосвязанную между собой и дельтой озерную систему Камыстыбас.

В озерную систему Камыстыбас входят водоемы: Жаланашколь, Раимколь, Жынгылды, Каязды, Лайколь и собственно Камыстыбас. При чем Камыстыбас занимает более 80 % от всей площади этой системы озер.

Озеро Камыстыбас включает в себя 4 залива: Токбай, Жарколь, Шомышколь, Сарыколь, которые играют значительную роль в общей конфигурации водоема. Небольшое понижение уровня водоема, который зависит от водности реки, может изменить внешние очертания озера до неузнаваемости. Особенно сильно подвержены колебаниям уровней заливы Жарколь и Шомышколь, которые в буквальном смысле отчленяются в изолированный плёс и в дальнейшем, как показывают полевые наблюдения, ускоренно усыхают.

Восточные (залив Токбай) и западные (залив Сарыколь) оконечные озера обильно покрыты зарослями тростника высотой до 2,5–3,0 м. Залив Токбай плотно подходит к полотну железной дороги, вследствие чего по ту стороны железнодорожной насыпи в отдельные многоводные годы наблюдается просачивание фильтрационных вод.

Традиционно естественное обводнение озера Камыстыбас происходило по речным и межозерным протокам. Оно соединено с озером Лайколь узкой протокой Карабогет\* (*Қарабөгет* – букв. земляная дамба, плотина) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Протока Карабогет

Вследствие интенсивной аккумуляции наносов в русловой и пойменной части, снижения скорости речного потока речная пойма заиливалась и пропускная способность паводочных вод (проток) снижалась. По сведениям Л. С. Берга в 1870 г. глубина озера Камыстыбас понизилась до 1,0 м, такое же обмеление наблюдалось и в 1917 г.

Эти обстоятельства вынуждали принимать решения о проведении инженерных мероприятий по улучшению обводняемости озер. Так, в 1917 г. появился канал *Советжарма* длиной 6 км, в 1941 г. был прорыт другой 3-километровый канал – *Таупжарма*.

Большинство исследователей полагает, что *жарма* обозначает «канал», в частности в исследованиях С. Д. Муравейского. Считаем, что это ошибочное толкование, слово *жарма* в казахском языке означает *проран* или *промоина*.

Такое природное эрозионное явление, как *жарма*, формировалось при прорывах берегового вала во время половодий или же прохождения высоких вод (паводков) по реке Сырдария во времена исторических «естественных периодов стока». На месте образования прорана (*жарма*) в процессе воздействия потока воды (в виде выраженной эрозии) постепенно вырабатывалось русло с последующим превращением его в речную естественную *протоку*.

Прорывы береговых валов Сырдарии были частым явлением в прошлых столетиях, когда антропогенный фактор не имел особого значения, а у гидрографа стока был лишь один пик, соответствующий весенне-летнему половодью, которые длились 5–6 месяцев. Эти факты неоспоримо показывают, какое громадное значение имели естественные разливы для сохранности водной экосистемы Приаралья.

Берега озера Камыстыбас высокие, местами обрывистые, высотой до 45 м, сложены из глинистых отложений различного происхождения. На возвышенных участках наблюдаются эрозионные процессы экзогенного характера в виде обрушений отвесных берегов (рисунок 2).

Юго-восточная часть озера также подвержена денудационным процессам, берега возвышенные, высотой до 5,4 м (рисунок 3).

Береговая зона (линия) слабо развитая, узкая, на отдельных ограниченных участках шириной до 100 м. В прибрежных участках озера практически не образуются пляжные зоны.

\* До середины XIX в. практиковался необычный способ возделывания земли, когда земледельцы (егіншілер) подпруживали протоку Карабогет земляной дамбой для посевов хлеба по берегам, т.е. искусственно регулировался уровень озера Камыстыбас. К 1846 г. плотина была разрушена.



Рисунок 2 – Вид юго-западного берега озера Камыстыбас



Рисунок 3 – Береговые уступы юго-восточного берега озера Камыстыбас

Берега песчано-галечные (на некоторых участках, супесчаные) с примесью обломочных осадочных пород различного происхождения (угловатого, полуокатанного гравия, галечника) (рисунок 4).

Дно иловых отложений озера относится к четвертичным морским осадкам. В тростниковых зарослях, как обычно, ил черный с различными остатками органической деятельности.

Рельеф окружающей местности сложен горизонтально залегающими третичными отложениями, изрыт многочисленными овражными процессами (развивающимися и завершенными).

Растительный покров скудный, деградированный. Встречается солончаковая, местами ред-кокустарниковая растительность – тамарикс (*жыңғыл*) (рисунок 5).





Рисунок 4 – Участок побережья юго-восточной части озера Камыстыбас с полуокатанной осадочной породой с гладкой поверхностью



Рисунок 5 – Растительный покров окружающей местности озера Камыстыбас

Первые сведения об озере как о *большом заливе, образованном Сырдарией*, находим в записках Е. К. Мейендорфа от 1820 г. в его «Путешествиях из Оренбурга в Бухару» [1].

Впервые описание озера Камыстыбас встречаем в трудах военного исследователя, офицера царской России А. И. Макшеева [2]. Упоминания об озере имеются в работах российского географа-энциклопедиста Л. С. Берга, исследовавшего Аральское море в 1899–1907 гг. [3]. Отдельные сведения можно найти в исследованиях русских биологов А. Л. Бродского (промеры) и И. А. Райкова (растительность) [4].

Более подробно изучал озеро Камыстыбас в 1921 г. С. Д. Муравейский [5]. Он оценивал площадь озера Камыстыбас вместе с заливами в 172,1 км<sup>2</sup>. По другим данным за 1970 г. площадь озера Камыстыбас составляет 178 км<sup>2</sup> [6]. Г. Г. Муравлев оценивал площадь озера Камыстыбас в 163 км<sup>2</sup> [7].

Последние морфометрические данные были получены 50 лет назад. Учитывая это обстоятельство, в апреле 2017 г. Институт географии и водной безопасности провел новую бати-

метрическую съемку (съемка глубин) озера для уточнений основных морфометрических характеристик. Проведено 325 измерений (точек) на промерных профилях с помощью современного эхолот-картплоттера «Lowrance HDS-10» (США).

Следует отметить, что 2017 гидрологический год был многоводным для реки Сырдария – основного источника питания дельтовых озерных систем и, в частности, озера Камыстыбас.

При определении основных морфометрических характеристик озера применены картографические методы исследования с использованием карт различного масштаба и космических снимков Landsat за август 2017 г.

На основании этих исследований уточнены основные морфометрические характеристики озера Камыстыбас: площадь с заливами – 169,8 км<sup>2</sup>, без заливов – 160,1 км<sup>2</sup>, общая площадь заливов – 9,71 км<sup>2</sup>, объем озера – 1188,6 млн м<sup>3</sup>, или 1,19 км<sup>3</sup>.

Наибольшая ширина, выраженная ломаной линией, соединяющая самые отдаленные точки берега, – 8,5 м, длина озера – 29,7 км, средняя ширина – 5,7 м. Длина береговой линии вместе с заливами – 104,4 км, без заливов – 87,7 км. Результаты промерных измерений визуализированы в виде батиметрической карты, изобаты проведены через каждый 1 м глубины озера (рисунок 6).

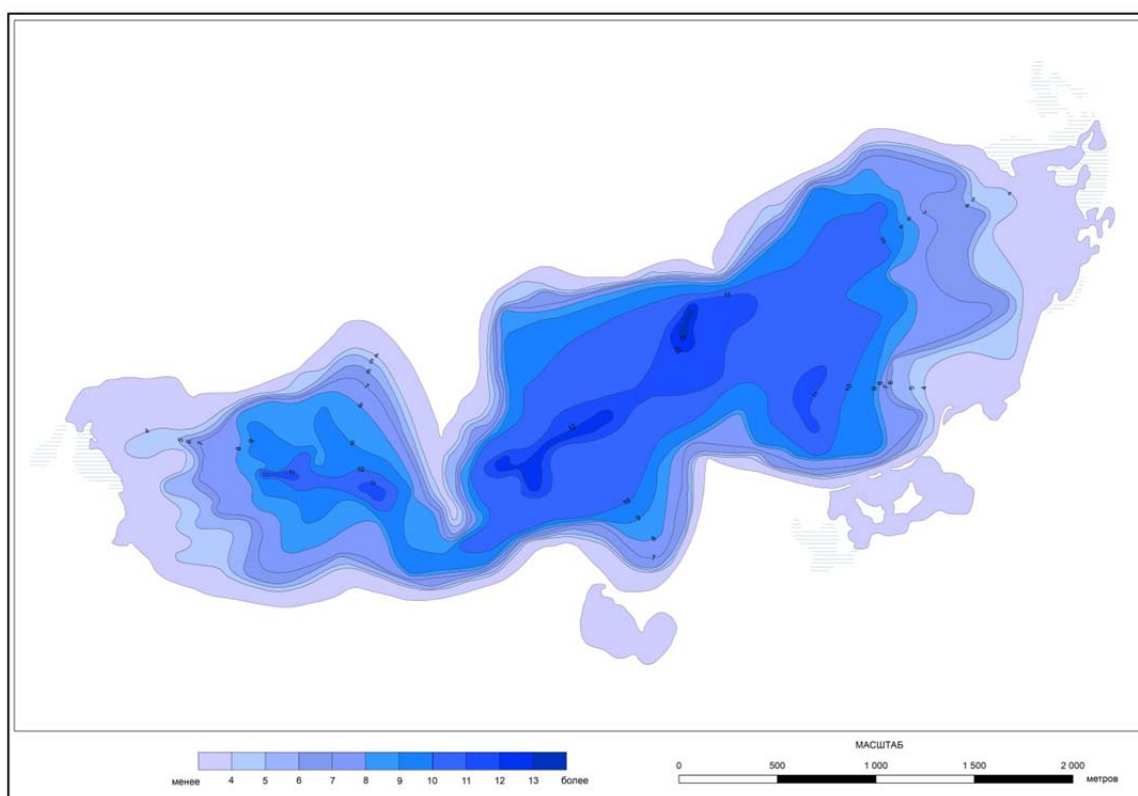


Рисунок 6 – Батиметрическая карта озера Камыстыбас

В таблице приведена сравнительная оценка максимальных глубин озера Камыстыбас в различные периоды времени.

Отметки максимальных глубин озера Камыстыбас

Годы	1899	1917	1921	1981	2017	2021
h, м	10,0*	8,5*	12,5*	9,5**	13,0***	8,9***
* По данным С. Д. Муравейского (1921). ** По данным П. П. Филонца (1981). *** Наши данные.						

Необходимо отметить, что морфометрические элементы зависят от уровня воды на момент измерительных работ. При батиметрической съемке озера Камыстыбас на момент начала и завершения измерений абсолютный уровень воды соответствовал отметке – 58,6 м абс.

На основании батиметрических съемок и обработки данных можно сделать следующие выводы:

1. Максимальная измеренная глубина озера при уровне воды 58,6 м абс составила 13,0 м.
2. Наиболее глубоководной является северо-восточная часть озера, там же расположена «абиссальная» зона в форме «ступни» в 2 км от северного побережья.
3. Площадь озера вместе с заливами при заданном уровне составляет 169,8 км<sup>2</sup>.
4. Дно северо-восточной и юго-западной части озера более пологое с зарослями тростника высотой до 3,0 м.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мейендорф Е.К. Путешествие из Оренбурга в Бухару / Предисл. Н. А. Халфина. – М.: Главная редакция восточной литературы издательства "Наука", 1975.
- [2] Макшеев А.И. Описание низовьев Сыр-Дарьи // Морской сборник. – С.-Петербург, 1856. – 80 с.
- [3] Берг Л.С. Аральское море // Известия Туркестанского отдела Имп. Русск. геогр. Общества. – СПб., 1908. – Т. V, вып. 9. – 544 с.
- [4] Райкова И.А. Материалы по растительности озер Средней Азии. 1. Растительность озер Камышлыбашского района // Бюл. Ср.-Аз. гос. ун-та. – 1925. – № 8.
- [5] Муравейский С.Д. Озеро Камышлы-Баш // Труды Гос. тимиразевского научно-исслед. ин-та. – Вологда, 1927. – 36 с.
- [6] Омаров Т.Р. Қазақстанның өзендері мен көлдері. – Алматы: Қазақстан, 1975. – 66 с.
- [7] Муравлев Г.Г. Малые озера Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1973. – 180 с.

#### REFERENCES

- [1] Meyendorff E.K. Journey from Orenburg to Bukhara / Foreword. N. A. Halfina. M.: Main Editorial Office of Oriental Literature of "Science", 1975 (in Russ.).
- [2] Maksheyev A.I. Description of the lower Syr-Darya // Sea Collection. S. Petersburg, 1856. 80 p. (in Russ.).
- [3] Berg L.S. Aral Sea // News of the Turkestan Department Imp. Russk. georg. ob-va. SPb., 1908. Vol. V, pow. 9. 544 p. (in Russ.).
- [4] Raikova I.A. Materials on vegetation of lakes of Central Asia. 1. Vegetation of lakes of Kamyshli-Bashi region // Büll. Sr-Az. Gos. Unta. 1925. N 8 (in Russ.).
- [5] Muraveisky S.D. Lake Kamyshli-Bash // Works of Gos. Timiryazewski Scientific Research. Vologda, 1927. 36 p. (in Russ.).
- [6] Omarov T.R. Kazakstannyn ozenderi men kolderi. Almaty: Kazakstan, 1975. 66 p. (in Kaz.).
- [7] Muravlev G.G. Small lakes of Kazakhstan. Almaty: Kainar, 1973. 180 p. (in Russ.).

### А. З. Таиров<sup>1</sup>, Д. У. Абдибеков<sup>2</sup>, К. С. Оразбекова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Г.ғ.к., табиғи-шаруашылық жүйені сумен қамтамасыздандыру және математикалық үлгілеу зертханасының аға ғылыми қызметкері («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup> Табиғи-шаруашылық жүйені сумен қамтамасыздандыру және математикалық үлгілеу зертханасының ғылыми қызметкері («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>3</sup> Г.ғ.к., географиялық туризм және рекреация зертханасының аға ғылыми қызметкері («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

#### ҚАМЫСТЫБАС КӨЛІНІҢ НЕГІЗГІ МОРФОМЕТРИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН НАҚТЫЛАУ

**Аннотация.** Мақалада Қазақстан Арал өңіріндегі Қамыстыбас көлінің негізгі морфометриялық сипаттамаларын нақтылау мәселелері қарастырылды. Қамыстыбас көлін зерттеудің қысқаша тарихы келтірілген. Гидрографиялық сипаттамалары және көлдер жүйесінің орналасуы баяндалған. Батиметриялық түсірілім негізінде морфометрияға (аудан, көлем, тереңдік және т.б.) қазіргі заманғы нақтыланған бағалау жұмыстары жүргізілді. Берілген су деңгейін белгісінде Қамыстыбас көлінің қазіргі заманауи батиметриялық картасы жасалды.

**Түйін сөздер:** Қамыстыбас көлі, өзен тармағы, жарма, батиметриялық түсірілім, морфометрия, көлдің батиметриялық картасы.



A. Z. Tairov<sup>1</sup>, D. U. Abdibekov<sup>2</sup>, K. S. Orazbekova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD, Senior Researcher Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup> Researcher Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>3</sup> PhD, Senior Researcher Laboratory of geography of tourism and recreation (JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

#### CLARIFICATION OF THE MAIN MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF LAKE KAMYSTYBAS

**Abstract.** The article discusses the issues of clarifying the main morphometric characteristics of Lake Kamystybas in the Kazakhstan Aral Sea region. A brief history from the study of Lake Kamystybas is given. The hydrographic characteristics and location of the reservoir in the lake system are described. A modern refined assessment of morphometry (area, volume, depth, etc.) based on bathymetric survey was carried out. A modern bathymetric map of Lake Kamystybas has been constructed at given water levels.

**Keywords:** Kamystybas lake, bayou, zharma, bathymetric survey, morphometry, bathymetric map.

Л. Т. Исмуханова<sup>1</sup>, Р. А. Кулбекова<sup>2</sup>, А. Ө. Жәди<sup>2</sup>, Б. М. Султанбекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НС лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии  
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup> МНС лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии  
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА ОСЕК В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Представлен гидрохимический режим озера Осек за 2021 год, полученный в результате комплексных исследований АО «Институт географии и водной безопасности» в рамках проекта «Разработка паспортов малых озер Казахстана». Исследования по гидрофизическому и гидрохимическому режиму проводились по следующим показателям: температура, прозрачность, рН, диоксид углерода, растворенный в воде кислород, органические и биогенные вещества, ионный состав и минерализация воды с применением современных многопараметрических приборов, титриметрических и спектрометрических методов.

**Ключевые слова:** озера, гидрофизика, гидрохимия, классификация, ионный состав, минерализация.

**Введение и обзор изученности.** Озера – это замкнутые внутриконтинентальные водоемы, которые имеют разное происхождение: реликтовое, тектоническое, ледниковое, вулканическое, старичное, эрозионное.

Изученность большинства озер Казахстана еще достаточно слабая. В истории их исследования выделяются несколько этапов. В XVIII–XIX вв. их начали изучать С. Ремезов (1701 г.), Н. Унковский (1822 г.), А. И. Воейков (1884 г.) и др. Плановое изучение водных объектов началось в 1930-х годах при создании Водного кадастра СССР. В 1954–1956 гг. под руководством А. П. Богородского наряду с изучением крупных водоемов начали исследовать и малые озера, что связано с освоением целинных и залежных земель. Эти исследования были продолжены экспедицией ГГИ, кафедрой физической географии КазГУ, а с 1957 г. изучали озера сотрудники Сектора географии АН КазССР, в дальнейшем преобразованного в Институт географии под руководством Т. Р. Омарова и П. П. Филонца. Согласно литературным источникам в Казахстане насчитывается около 48 262 озер (Филонец П. П., Омаров Т. Р., 1970). Озера по численности менее 1 км<sup>2</sup> составляли 94 %, а по площади – 10 %. Озер более 1 км<sup>2</sup> – 3014 общей площадью 40 769 км<sup>2</sup> (90 %), озер от 1 до 10 км<sup>2</sup> – всего 2718 общей площадью 7324 км<sup>2</sup> (16,3 %). В их числе озер размером более 100 км<sup>2</sup> 21 с площадью 26 886 км<sup>2</sup>, составляющей 50 % водной поверхности всех озер [1-10].

В 2021 г. в результате комплексных исследований АО «Институт географии и водной безопасности» в рамках проекта «Разработка паспортов малых озер Казахстана» были исследованы озера с площадью зеркала от 1 до 10 км<sup>2</sup>.

В статье представлены результаты исследований на озере Осек в 2021 г. и сделан сравнительный анализ с состоянием озера в 2008 г., изученного тогда ТОО «КазНИИРХ».

**Материалы и методы исследования.** Отбор проб воды для изучения гидрофизических и гидрохимических параметров проводился в поверхностном слое (0,5 м). Всего отобрана 1 проба (в центре озера) воды, выполнены 4 гидрофизических измерения и 16 гидрохимических анализов. Гидрохимические и гидрофизические показатели определены согласно общепринятым методикам [12-14] с использованием классификационной схемы О. А. Алекина [15].

Некоторые показатели физических свойств и химического состава воды установлены с помощью современных многопараметрических приборов: анализатора качества воды серии U-53 фирмы HoriBa, иономера HQ40D фирмы HACH, спектрофотометра DR 3900 фирмы HACH, цифрового титратора фирмы HACH.

В целом были измерены (рисунок 1):

- по физическим свойствам: глубина, прозрачность, температура, рН;
- в качестве элементов химического состава воды: диоксид углерода, растворенный в воде кислород, перманганатная окисляемость, общая жесткость, ионно-солевой состав (ионы кальция,



Рисунок 1 – Измерение глубины и гидрохимический анализ образцов воды в полевых условиях

магния, натрия калия, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды), минерализация, биогенные соединения (азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, фосфаты).

**Обсуждение результатов.** Озеро Осек ( $43^{\circ}55'52.08''$  СШ,  $80^{\circ}2'32.47''$  ВД) расположено в 25 км к югу от г. Панфилова Панфиловского района Алматинской области, восточнее урочища Омбе (рисунок 2). Отметка уреза воды – 520,3 м. Максимальная глубина составила – 3,17 м. Главная река, питающая озеро, одноименная река Осек, берущая начало на южном склоне хребта Жетысу Алатау, площадь водосборного бассейна более 1500 км<sup>2</sup>. Водоем находится на ровной болотистой местности, полностью заросшей камышом с высотой местами более 3,0 м. Водорослями занята в основном западная, юго-западная часть. Грунт дна большей частью илистый.



Рисунок 2 – Озеро Осек

Дно озера совершенно плоское с преобладающими глубинами 2,0 м. Древесная растительность произрастает от берега на расстоянии 1,5–2,0 км и представлена в основном узколистым лохом. Озеро имеет почти округлую форму с небольшим заливом в северной части у впадения р. Осек. Озеро сточное. С севера река Осек впадает, а с южного берега вытекает. Берега озера не выражены отчетливо, пологие, сливающиеся с окружающей местностью.

В озере водятся: сом, сазан, карась, белый амур, лещ, вобла, змееголов, толстолоб. Оно используется для любительского рыболовства.

Результаты исследования по гидрофизическому и гидрохимическому режиму озера представлены в таблице.

Температура поверхностного слоя воды прогревалась до 21,0 °С. При глубине 1,7 м прозрачность воды озера составила 1,0 м. Показатель прозрачности воды довольно высок по сравнению с

данными за 2008 г. Видимо, высокая температура поверхностного слоя воды (2008 г. – 26,7 °С) активно воздействовала на биохимические процессы, происходящие в водоеме, и влияла на ее прозрачность (0,5 м).

Газовый режим озера в целом благоприятен, диоксид углерода не обнаружен. Для озер в вегетационный период в целом не характерно содержание диоксида углерода. Отсутствие в воде этого элемента свидетельствует о превышении продукционных процессов в водной среде над деструкционными.

Наличие в воде растворенного кислорода является обязательным условием для существования большинства организмов, населяющих водоем, но из-за малой интенсивности фотосинтетических процессов, проточности и небольших глубин кислородный режим озера неблагоприятный, содержание растворенного кислорода составило лишь 8,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Активная водная среда изменялась от слабощелочной рН 8,2 (2008 г.) до щелочной рН 8,7 (2021 г.). Такие изменения водной среды привели к чрезмерному росту водной растительности и снижению уровня кислорода в рыбе. Процесс эвтрофикации, происходящий на озере, может вызвать угрозу для роста ихтиофлоры и ихтиофауны в будущем, если он будет продолжаться.

Процессы эвтрофирования водных экосистем — одна из важнейших проблем современности [16]. Повышение биогенной и органической нагрузки представляет особую угрозу для внутренних, особенно небольших водоемов, способность которых к самоочищению существенно снижена. Для оценки трофического статуса озера Осек использован косвенный показатель трофического состояния экосистемы водоема за 2008 и 2021 гг., оцениваемый по величине перманганатной окисляемости. Перманганатная окисляемость — широко используемый гидрохимический показатель, который определяется при многих гидроэкологических наблюдениях. Содержание органических веществ, установленное по перманганатной окисляемости, увеличилось от 7,35 мгО/дм<sup>3</sup> (2008 г.) до 15,7 мгО/дм<sup>3</sup> (2021 г.). С учетом массы иона кислорода в составе перманганата калия, пошедшего на окисление «органики» по известной классификации О. А. Алекина, перешло от «среднего» до «высокого» класса [17]. Возрастание содержания органических веществ в озере можно рассматривать как повышение его трофности [18-20], т.е. усиления процесса эвтрофирования.

Определение концентрации загрязняющих веществ по химическому потреблению кислорода (ХПК) показало очень высокие значения — 29,0 мг/дм<sup>3</sup> (см. таблицу). Являясь интегральным показателем, ХПК в настоящее время — один из наиболее информативных показателей антропогенного загрязнения вод, который используется при контроле качества природных вод. В водоемах и водотоках, подверженных сильному воздействию хозяйственной деятельности, изменение окисляемости выступает как характеристика, отражающая режим поступления сточных вод, так как на их химическое окисление расходуется больше кислорода, которого не хватает другим организмам. Поэтому увеличивается количество организмов, более устойчивых к низкому содержанию кислорода, и исчезают кислородолюбивые виды. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды в зонах рекреации в водных объектах допускается ХПК до 30 мгО/дм<sup>3</sup>.

Режим биогенных соединений озера определяется количеством вносимых взвешенных веществ, обогащенных биогенными соединениями. Они поступают с водой реки Осек и стоками с окружающей территории. Одним из главных загрязнителей является ТОО «Жаркентский крахмалопаточный завод» [21]). Свою лепту в загрязнение вносят биологические и биохимические процессы (потребление водной флорой, выделение при деструкции водной растительности), происходящие в водном объекте [22].

Результаты анализов показали, что концентрация биогенных соединений в озере в пределах нормативного уровня: азот аммонийный — 0,02 мг/дм<sup>3</sup>, азот нитритный — 0,4 мг/дм<sup>3</sup>, азот нитратный — 0,02 мг/дм<sup>3</sup> и фосфаты — 0,06 мг/дм<sup>3</sup>. Низкие концентраций биогенных соединений связаны с интенсивным потреблением их водной флорой в весенне-летний период. Следовательно, водная среда озера Осек оптимальна для жизнедеятельности гидробионтов и озеро относится к эвтрофным водоемам из-за массового развития планктонных водорослей.

Общая жесткость воды регистрируется 4,48 мг-экв/дм<sup>3</sup> и классифицируется как «умеренно жесткая». Воды озер по химическому составу и минерализации разнообразны, и по сравнению с морскими водами нет постоянства соотношений между основными ионами. Минерализация и ионный состав воды рассматриваемого озера формируются в основном притоком реки Осек.

## Гидрохимические и гидрофизические параметры озера

Параметры		2008 г.	2021 г.
Глубина, м		2,2	1,7
Прозрачность, м		0,5	1,0
Температура, °С		26,7	21,0
рН		8,2	8,7
Растворенный в воде кислород (O <sub>2</sub> ),	мг/дм <sup>3</sup>	н/д	8,8
	% насыщ.	н/д	105
Диоксид углерода (CO <sub>2</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>		0,0	0,0
Органические вещества (по перманганатной окисляемости), мгО/дм <sup>3</sup>		7,35	15,7
Химическое потребление кислорода (ХПК), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	29,0
Ионы аммония (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	0,02
Нитрат ионы (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	0,4
Нитрит ионы (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	0,02
Фосфаты (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	0,06
Общая жесткость (Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	4,48
Гидрокарбонат-ионы (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	129
Хлорид-ионы (Cl <sup>-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	106
Сульфат-ионы (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	77,0
Ионы кальция (Ca <sup>2+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	50,5
Ионы магния (Mg <sup>2+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	23,8
Ионы натрия-калия (Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> ), мг/дм <sup>3</sup>		н/д	55,7
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>		509	442
<i>Примечание.</i> н/д – нет данных.			

Вода озера Осек пресная, наблюдаются незначительные изменения в содержании суммы солей от 509 мг/дм<sup>3</sup> – 2018 г. до 442 мг/дм<sup>3</sup> – 2021 г. По преобладающим ионам гидрокарбонатов 129 мг/дм<sup>3</sup> и натрия 55,7 мг/дм<sup>3</sup> вода озера согласно классификации, предложенной О. А. Алейкиным, относится к гидрокарбонатному классу, натриевой группе.

**Выводы.** Как показали результаты исследования гидрохимического состава, на озере Осек происходят внутриозерные (внутриводоемные) изменения, которые постепенно могут привести к росту трофности озера. Усиление процессов эвтрофирования в озере связаны с изменениями водородного показателя, снижением газового режима, ростом биогенных и органических соединений. Содержание органики показало высокие значения (15,7 мг/дм<sup>3</sup>), что подтверждает антропогенное влияние на режим озера.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Разработка Атласа озер Казахстана: отчет о НИР (заключительный) / ТОО «Институт географии»: рук. А. Медеу. – Алматы, 2018. – 273 с.
- [2] Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн оз. Балхаш; под ред.: к.г.н. В. А. Семенова и Р. Д. Курдина. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – Т. 13, вып. 2. – 645 с.
- [3] Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Урало-Эмбинский район; под редакцией И. Б. Вольфцуна и К. И. Смирнова. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – Т. 12, вып. 2. – 512 с.
- [4] Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Актюбинская область; под общей ред. М. С. Протасьева. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 514 с.
- [5] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Павлодарская область Казахской ССР; под общей редакцией В. А. Урываева. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – Вып. 4. – 577 с.
- [6] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Акмолинская область Казахской ССР; под общей редакцией В.А. Урываева. – Л.: Гидрометеоздат, 1958. – Вып. 1. – 790 с.



- [7] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Кустанайская область Казахской ССР; под общей редакцией В. А. Урываева. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – Вып. 2. – 711 с.
- [8] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Кокчетавская область Казахской ССР; под общей редакцией В. А. Урываева. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – Вып. 3. – 563 с.
- [9] Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. Северо-Казахстанская область Казахской ССР; под общей редакцией В. А. Урываева. – Л.: Гидрометеоздат, 1960. – Вып. 5. – 419 с.
- [10] Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Карагандинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – Т. 13, вып. 1. – 483 с.
- [11] Озера Казахстана: альбом-справочник / Отв. ред. А. А. Турсунов. – Алма-Ата, 1987. – 141 с.
- [12] СТ РК ГОСТ Р 51592-2003. «Вода. Общие требования к отбору проб». – Астана, 2003. – 77 с.
- [13] Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 541 с.
- [14] Унифицированные методы анализа вод СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – Вып. 1. – 145 с.
- [15] Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л., 1970. – 120 с.
- [16] [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-otsenki-troficheskogo-statusa-vodoema-po-velichine-permanganatnoy-okislyaemosti-na-primere-ozera-vishtynetskogo>
- [17] Domysheva V.M. Gidroximiya // Baikal: nature and people. Encyclopedic reference book / Edited by A.K. Tuloxonov. – Ulan-Ude, E'KOS: BNC SO RAN publishing house, 2009.
- [18] Берникова Т.А., Шибаева М.Н., Шкицкий В.А. Исследование экологического состояния озера Виштынецкого летом 2003 г. // Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона: Сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГУ, 2005. – С. 157-164.
- [19] Берникова Т.А., Малявкина А.Н. К вопросу об эвтрофировании оз. Виштынецкого // Инновации в науке и образовании – 2007: Сб. тр. V науч. конф. КГТУ. – 2007. – Ч. 1. – С. 41-44.
- [20] Экологическое изучение внутренних водоемов (озер и водохранилищ) Калининградской области: Отчет о НИР / Калинингр. техн. ин-т рыбн. пром-ти и хоз-ва (КТИРПХ); Руководитель В.А. Шкицкий; № ГР 01910027713; инв № 02910053924. – Калининград, 1991.
- [21] [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://inbusiness.kz/ru/last/v-almatinskoj-oblasti-na-reke-usek-obrazovalas-pennaya-massa-s-rezkim-himicheskim-zapahom>
- [22] Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. – М.: Агропромиздат, 1987. – 159 с.

## REFERENCES

- [1] Development of the Atlas of Lakes of Kazakhstan: research report (final) / «Institute of Geography» LLP: project manager A. Medeu. Almaty, 2018. 273 p. (in Russ.).
- [2] Surface water resources of the USSR. Central and Southern Kazakhstan. The pool of lake Balkhash; edited by candidate of geographical sciences V. A. Semenov and R. D. Kurdin. L.: Hydrometeoizdat, 1970. Vol. 13, issue 2. 645 p. (in Russ.).
- [3] Surface water resources of the USSR. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Ural-Embinsky district; edited by I. B. Wolftsun and K. I. Smirnov. L.: Hydrometeoizdat, 1970. Vol. 12, Issue 2. 512 p. (in Russ.).
- [4] Surface water resources of the USSR. Lower Volga region and Western Kazakhstan. Aktobe region; under the general editorship of M. S. Protasyev. L.: Hydrometeoizdat, 1966. 514 p. (in Russ.).
- [5] Surface water resources of virgin and fallow lands development areas. Pavlodar region of the Kazakh SSR; under the general editorship of V. A. Uryvaev. L.: Hydrometeoizdat, 1959. Issue 4. 577 p. (in Russ.).
- [6] Surface water resources of virgin and fallow lands development areas. Akmola region of the Kazakh SSR; under the general editorship of V. A. Uryvaev. L.: Hydrometeoizdat, 1958. Issue 1. 790 p. (in Russ.).
- [7] Surface water resources of virgin and fallow lands development areas. The Kustanai region of the Kazakh SSR; under the general editorship of V. A. Uryvaev. L.: Hydrometeoizdat, 1959. Issue 2. 711 p. (in Russ.).
- [8] Surface water resources of virgin and fallow lands development areas. Kokchetav region of the Kazakh SSR; under the general editorship of V. A. Uryvaev. L.: Hydrometeoizdat, 1959. Issue 3. 563 p. (in Russ.).
- [9] Surface water resources of virgin and fallow lands development areas. North Kazakhstan region of the Kazakh SSR; under the general editorship of V. A. Uryvaev. L.: Hydrometeoizdat, 1960. Issue 5. 419 p. (in Russ.).
- [10] Surface water resources of the USSR. Central and Southern Kazakhstan. Karaganda region. L.: Hydrometeoizdat, 1966. Vol. 13, issue 1. 483 p. (in Russ.).
- [11] Lakes of Kazakhstan: a reference album / Ed. A. A. Tursunov. Alma-Ata, 1987. 141 p. (in Russ.).
- [12] Standard of the Republic of Kazakhstan. GOST R 51592-2003. «Water. General requirements for sampling». – Астана, 2003. – 77 p. (in Russ.).
- [13] Manual on chemical analysis of surface waters of the land. L.: Hydrometeoizdat, 1977. 541 p. (in Russ.).
- [14] Unified methods of water analysis of the USSR. L.: Hydrometeoizdat, 1978. Issue 1. 145 p. (in Russ.).
- [15] Alekin O.A. Fundamentals of hydrochemistry. L., 1970. 120 p. (in Russ.).
- [16] [Electronic resource] – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-otsenki-troficheskogo-statusa-vodoema-po-velichine-permanganatnoy-okislyaemosti-na-primere-ozera-vishtynetskogo> (in Russ.).
- [17] Domysheva V.M. Gidroximiya // Baikal: nature and people. Encyclopedic reference book / Edited by A. K. Tuloxonov. Ulan-Ude, E'KOS: BNC SO RAN publishing house, 2009.
- [18] Bernikova T.A., Shibaeva M.N., Shkitsky V.A. Investigation of the ecological state of Lake Vishtynetsky in the summer of 2003 // Ecological problems of the Kaliningrad region and the Baltic region: Collection of scientific tr. Kaliningrad: Publishing House of KSU, 2005. P. 157-164 (in Russ.).

[19] Bernikova T.A., Malyavkina A.N. On the issue of lake eutrophication. Vishtynetsky // Innovations in science and education - 2007: Sat. tr. V scientific conf. KSTU. 2007. Part 1. P. 41-44 (in Russ.).

[20] Ecological study of internal reservoirs (lakes and reservoirs) of the Kaliningrad region: Research report / Kaliningr. tech. in-t fishn. prom-ti and household (KTIRPH); Head: V.A. Shkitsky; No. GR 01910027713; inv No. 02910053924. – Kaliningrad, 1991 (in Russ.).

[21] [Electronic resource] – Access mode: <https://inbusiness.kz/ru/last/v-almatinskoj-oblasti-na-reke-usek-obrazovalas-pennaya-massa-s-rezkim-himicheskim-zapahom> (in Russ.).

[22] Bessonov N.M., Privezentsev Yu.A. Fishery hydrochemistry. M.: Agropromizdat, 1987. 159 p. (in Russ.).

**Л. Т. Исмуханова<sup>1</sup>, Р. А. Кулбекова<sup>2</sup>, А. Ө. Жәди<sup>2</sup>, Б. М. Султанбекова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Гидрохимия және экологиялық токсикология лабораториясының ҒҚ («География және су қауіпсіздігі институты») АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Гидрохимия және экологиялық токсикология лабораториясының КҒҚ («География және су қауіпсіздігі институты») АҚ, Алматы, Қазақстан)

### АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДА ОРНАЛАСҚАН ОСЕК КӨЛІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІ

**Аннотация.** Мақалада «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ «Қазақстанның шағын көлдерінің төлқұжаттарын әзірлеу» жобасы аясында жүргізілген кешенді зерттеулер нәтижесінде алынған Осек көлінің 2021 жылғы гидрохимиялық режимі көрсетілген. Гидрофизикалық және гидрохимиялық режим бойынша зерттеулер келесі көрсеткіштер бойынша: су температурасы, мөлдірлігі, рН, көміртегі диоксиді, судағы еріген оттегі, органикалық және биогендік заттар, судың иондық құрамы және минерализациясы берілді, заманауи көп параметрлі құрылғылар мен титриметриялық және спектрометриялық әдістер қолданылды.

**Түйін сөздер:** көлдер, гидрофизика, гидрохимия, классификация, иондық құрамы, минерализация.

**L. T. Ismukhanova<sup>1</sup>, R. A. Kulbekova<sup>2</sup>, A. A. Zhadi<sup>2</sup>, B. M. Sultanbekova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Researcher at the laboratory of Hydrochemistry and environmental toxicology (JSC «Institute of Geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup>Junior researcher at the laboratory of Hydrochemistry and environmental toxicology (JSC «Institute of Geography and water security», Almaty, Kazakhstan)

### HYDROCHEMICAL REGIME OF LAKE OSEK IN THE ALMATY REGION

**Abstract.** The article presents the hydrochemical regime of lake Osek for 2021, obtained as a result of comprehensive studies of JSC «Institute of Geography and water security» within the framework of the project «Development of passports of small lakes of Kazakhstan». Studies on the hydrophysical and hydrochemical regime were presented according to the following range of indicators: temperature of water, water transparency, pH, carbon dioxide, oxygen dissolved in water, organic and biogenic substances, ionic composition and mineralization of water, using modern multiparameter devices, titrimetric and spectrometric methods.

**Keywords:** lakes, hydrophysics, hydrochemistry, classification, ionic composition, mineralization.

**А. Г. Валеев**

Научный сотрудник лаборатории геоморфологии и геоинформационного картографирования  
(АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ НУЖД СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** Современное водоснабжение городского и сельского населения Северо-Казахстанской области базируется на поверхностных и подземных водах. Дана оценка эффективного использования ресурсов подземных и поверхностных вод в условиях существующего дефицита. Решение задач эффективности получения, распределения и рационального потребления вместе с инвентаризацией и вводом в эксплуатацию подземных месторождений позволит удовлетворить нужды местного населения в воде хозяйственно-питьевого назначения.

**Ключевые слова:** ресурсы подземных и поверхностных вод, хозяйственно-питьевое водоснабжение.

**Введение.** Благоприятное и устойчивое проживание населения на территории обеспечивается одним из главных факторов – наличием пресных водных ресурсов, пригодных для хозяйственно-питьевых нужд. Проблемы ожидаемого острого дефицита воды затронуты в Стратегии «Казахстан 2050», выделенные в четвертом и седьмом пунктах в десяти глобальных вызовах XXI века [9]. Задача рационального обеспечения населения качественной питьевой водой и услугами водоотведения поставлена в государственной программе жилищно-коммунального развития "Нұрлы жер" на 2020-2025 годы. Значительная потребность в обеспечении водой остается в сельских населенных пунктах [1]. В прогнозной схеме территориально-пространственного развития страны до 2030 года обозначена одна из ключевых проблем – приоритетное решение доступа сельских территорий к централизованному водоснабжению.

**Цель исследования.** Оценка состояния ресурсов подземных и поверхностных вод Северо-Казахстанской области с позиции благоприятности проживания населения и ведения хозяйствования.

**Методы исследования.** Используются сравнительный и описательный методы, системный анализ.

**Результаты исследования.** Для оценки ресурсов подземных вод Северо-Казахстанской области изучены следующие опубликованные материалы: карты «Обеспеченность подземными водами, их состояние и использование», «Районирование территории по условиям водоснабжения подземными питьевыми водами» масштаба 1:5 000 000, «Районирование территории по условиям обеспеченности подземными водами хозяйственно-питьевого назначения» масштаба 1:7 500 000 [4], «Ресурсы подземных вод Казахстана» [8], «Подземные воды Казахстана: обеспеченность и использование» [7], монография «Республика Казахстан», том 3 [6], «Оценка и прогноз использования водных ресурсов в коммунально-бытовом и промышленном водоснабжении» [3], а также отчет по НИР «Географические основы совершенствования системы расселения населения Казахстана» [5].

Результаты исследований группы ученых под руководством Смоляра В. А. определили небольшое распространение ареалов месторождений подземных вод с незначительными запасами, пригодных по качеству для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения в СКО. Согласно схеме гидрогеологического районирования территория Северо-Казахстанской области относится к Западно-Сибирской системе бассейнов пластовых, корово-блоковых и блоково-пластовых вод, подпровинция П-8А Нижневартовско-Петропавловский бассейн пластовых вод [8].

Природные гидрогеологические условия формирования и распространения подземных вод, образованные под воздействием геологических, физико-географических, климатических и других факторов, способствовали неравномерному распределению пресных подземных вод в области. Так, большинство разведанных месторождений с небольшими по величине разведанными запасами,

пригодных для хозяйственно-питьевых нужд, приурочены к кристаллическим породам северных окраин Казахского щита, распространенных в южной части области. А в центральной, северной и северо-восточной части области месторождения подземных вод практически отсутствуют, имеющиеся располагают незначительной производительностью водозаборов этих вод. В сложившихся условиях ученые-гидрогеологи относят Северо-Казахстанскую область к регионам с весьма ограниченным распространением пресных подземных вод, где на одного жителя приходится 0,54 м<sup>3</sup>/сут пресных подземных вод. Вследствие чего пресных подземных вод для удовлетворения нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения области недостаточно [6, 7].

При этом разведанные запасы подземных вод используются весьма слабо. В среднем по Казахстану использование разведанных запасов подземных вод составляет 14 %, а по Северо-Казахстанской области – ниже 10 % [6].

Прогнозные ресурсы подземных вод в Северо-Казахстанской области с минерализацией до 1 г/л оцениваются в 351 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Разведанные запасы подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд – 68,7 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Прогнозная степень обеспеченности населения подземными водами хозяйственно-питьевого назначения составляет до 0,48 м<sup>3</sup>/сут на 1 чел., а разведанные запасы – не более 0,09 м<sup>3</sup>/сут на 1 чел. [3].

По данным Л. А. Малый, на ресурсы и разведанные эксплуатационные запасы подземных вод в Северном регионе (Костанайская и Северо-Казахстанская области) приходится всего 1,2 % от общих запасов. Есильский бассейн наименее обеспечен ресурсами как подземных, так и поверхностных вод. Отмечаются крайне неравномерное распределение подземных вод и ограниченная возможность их отбора, особенно для централизованного водоснабжения. Однако при удельном водопотреблении на одного человека в республике, равного 130–260 л/сут [2], подземные воды обладают значительным потенциалом. Разведанные ресурсы для ХПВ способны удовлетворить потребности 274,8 тыс. человек из расчета 250 л/сут, или 458,0 тыс. человек из расчета 150 л/сут. Воды для хозяйственно-питьевых нужд в области хватит для 256,0 тыс. человек из расчета 250 л/сут, или для 426,7 человек из расчета 150 л/сут. Прогнозные ресурсы могут обеспечить потребности 1404,0 тыс. человек при водопотреблении 250 л/сут и 2 340,0 тыс. человек из расчета использования 150 л/сут (таблица 1).

Таблица 1 – Обеспечение населения согласно отношению количественных показателей подземных водных ресурсов к удельному водопотреблению на одного человека

Удельное водопотребление, л/сут	Обеспечение потребностей, тыс. человек, согласно		
	используемым водным ресурсам (64 тыс.м <sup>3</sup> /сут)	разведанным водным ресурсам (68,7 тыс.м <sup>3</sup> /сут)	прогноznым водным ресурсам (351 тыс.м <sup>3</sup> /сут)
150	426,7	458,0	2340,0
250	256,0	274,8	1404,0

Современное водоснабжение городского и сельского населения области базируется на поверхностных и подземных водах. С учетом регламента потребности городского населения в воде от 250–400 л/сут на одного человека и численности городского населения 252,8 тыс. человек общий объем воды, необходимый для удовлетворения нужд, составляет 101,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Потребность сельского населения из расчета 120 м<sup>3</sup>/сут на одного жителя с численностью сельского населения 295,9 тыс. человек составляет 35,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Исходя из этого потребность городского населения СКО – 101,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут, сельского – 35,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, общая – 136,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. При этом, по данным Смоляра В. А. и др., водозабор из бассейна р. Есиль равен 174,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а подземных вод – 51,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут (32% от общего водопотребления), из которых на разведанных месторождениях отбирается всего 0,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут подземной воды и 51 тыс. м<sup>3</sup>/сут на участках с неразведанными запасами подземных вод [7]. Сравнение фактических объемов водозабора воды 225,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут и расчетных объемов согласно удельной потребности воды на одного человека 136,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут показывает, что образуется излишек воды для хозяйственно-питьевых нужд в объеме 89 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Полученная разница скорее всего используется для производственно-технического водоснабжения, возможно, орошения земель и др. Однако объем в 89 тыс. м<sup>3</sup>/сут

согласно регламентам водопотребления [6] позволяет обеспечить потребности 222,5 тыс. человек городского населения, или 741,6 тыс. человек сельского населения, в хозяйственно-питьевой воде. Таким образом, подземные воды составляют 17,5% из полученного излишка объема воды, что позволит обеспечить 38,9 тыс. человек городского населения, или 129,8 тыс. человек сельского населения (таблица 2).

Таблица 2 – Соотношение фактических и расчетных водозаборов для ХПН в СКО

Воды	Фактический водозабор, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Расчетный водозабор с учетом нормы потребностей и численности населения, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Разница между фактическим и расчетным водозабором, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Численность населения, потенциально обеспеченного водой для ХПН, город/село, тыс. чел.
Поверхностные	174,5	101,1	73,4	<b>183,5 / 611,7</b>
Подземные	51,1	35,5	15,6	<b>39,0 / 130,0</b>
Всего	225,6	136,6	89	<b>222,5 / 741,7</b>

Анализ результатов расчетов позволил выявить объем воды 89,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут, образующийся сверх хозяйственно-питьевых потребностей населения. Возможно, эта категория пресной воды используется в других секторах экономики области, однако при эффективном распределении водных ресурсов и их использовании этот дополнительный объем воды потенциально может обеспечить 222,5 тыс. человек городского и до 741,7 тыс. человек сельского населения СКО.

В основном реки находятся в юго-западной части области. Река Есиль пересекает территорию области с юго-запада на север, что обуславливает открытый доступ к поверхностным водам только близлежащих населенных пунктов. Для обеспечения остальных районов водой функционирует сеть групповых водоводов с забором воды из р. Есиль. В результате водоснабжение всех городов области – Петропавловска, Булаева, Мамлютки, Сергеевки, Тайыншы, райцентров Бишкуль, Возвышенка, Благовещенка, Пресновка, Смирново, Соколовка, Тимирязево, Аксуат и др. осуществляется за счет поверхностных вод Петропавловского водохранилища, а также водопроводов.

Подземные воды из Тарангульского месторождения с разведанными запасами 13 тыс. м<sup>3</sup>/сут используются для полного обеспечения хозяйственно-питьевых нужд райцентров Корнеевка (2103 человека) и Явленка (6515 человек). Специально разведаны для хозяйственно-питьевых нужд, но в настоящее время не эксплуатируются Естаулетовское (4,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Карашатское (0,9), Новодворское (6,8), Приишимское (2,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Спасское (9,1 для ХПВ), Леонидовское (10 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Арыкбалыкское (3 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Рузаевское (6,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Чкаловское (3,75 тыс. м<sup>3</sup>/сут) месторождения подземных вод. Кроме того, для некоторых населенных пунктов разведан ряд месторождений подземных вод, которые, к сожалению, в настоящее время не эксплуатируются [7].

**Заключение.** Несмотря на недостаточную обеспеченность территории СКО подземными водами хозяйственно-питьевого назначения, а также поверхностными водными ресурсами, область все-таки располагает необходимым количеством локальных подземных и поверхностных водных ресурсов для удовлетворения существующих потребностей населения в воде. Излишек объема воды для хозяйственно-питьевых нужд в 89 тыс. м<sup>3</sup>/сут позволяет дополнительно обеспечить питьевой водой до 222,5 тыс. городского населения, или 741,7 тыс. сельского населения. При этом необходимо системное решение вопросов улучшения эффективности использования воды для хозяйственно-питьевых нужд. Принятие мер для ввода в эксплуатацию подземных месторождений, а также ввода прогнозных ресурсов подземных вод на юге области позволит восполнить дефицит в воде для ХПН. На некоторых участках (г. Тайынша, райцентры Явленка, Корнеевка и другие населенные пункты) имеются разведанные эксплуатационные запасы подземных вод, дающие возможность водоснабжения населенных пунктов или территорий с пресными подземными водами с учетом необходимой потребности в воде. Решение задач эффективности получения, распределения и рационального потребления вместе с инвентаризацией и вводом в эксплуатацию подземных месторождений даст возможность для удовлетворения нужд местного населения в воде хозяйственно-питьевого назначения.



## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственная программа жилищно-коммунального развития "Нұрлы жер" на 2020-2025 годы // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900001054> (дата обращения: 02.09.2021).
- [2] Джумагулов А.А., Николаенко А.Ю., Мирхашимов И.Х. Стандарты и нормы качества вод в Республике Казахстан. – Алматы: ОО «OST-XXI век», 2009. – 44 с.
- [3] Малый Л.А., Акимова Т.И., Есиркепова А.Ж. Коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение Казахстана. Кн. 1: Оценка и прогноз использования водных ресурсов в коммунально-бытовом и промышленном водоснабжении. – Алматы: НИЦ «Фылым», 2012. – Т. XIII. – 106 с.
- [4] Национальный атлас Республики Казахстан. Т. 3: Окружающая среда и экология. 2-е изд., перераб. и доп. – Алматы, 2010. – 158 с.
- [5] Отчет по НИР по теме «Географические основы совершенствования системы расселения населения Казахстана» (№ госрегистрации 0115РК01886). – Алматы, 2015. – 329 с.
- [6] Республика Казахстан. Т. 3: Окружающая среда и экология / Под ред. Н. А. Исакова, А. Р. Медеу. – Алматы, 2006. – 518 с.
- [7] Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Подземные воды Казахстана: обеспеченность и использование // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы: НИЦ «Фылым», 2011. – Т. XIX. – 366 с.
- [8] Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Ресурсы подземных вод Казахстана // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы: НИЦ «Фылым», 2011. – Т. 8. – 634 с.
- [9] Стратегия «Казахстан – 2050» // [strategy2050.kz: https://strategy2050.kz/ru/page/multilanguage/](https://strategy2050.kz/ru/page/multilanguage/) (дата обращения: 02.09.2021).

## REFERENCES

- [1] State program of housing and communal development "Nurly zher" for 2020-2025 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900001054> (date of access: 02.09.2021) (in Russ.).
- [2] Dzhumagulov A.A., Nikolaenko A.Yu., Mirkhashimov I.Kh. Water quality standards and norms in the Republic of Kazakhstan. Almaty: PA "OST-XXI century", 2009. 44 p. (in Russ.).
- [3] Maly L.A., Akimova T.I., Esirkepova A.Zh. Municipal and industrial water supply in Kazakhstan: book. 1: Assessment and forecast of water resources use in municipal and industrial water supply. Almaty: Scientific Research Center "Fylym", 2012. Vol. XIII. 106 p. (in Russ.).
- [4] National Atlas of the Republic of Kazakhstan. V. 3: Environment and Ecology. 2nd ed., Rev. and additional, Almaty, 2010. 158 p. (in Russ.).
- [5] Report on research and development on the topic "Geographic foundations of improving the system of resettlement of the population of Kazakhstan" (state registration number 0115RK01886). Almaty, 2015. 329 p. (in Russ.).
- [6] Republic of Kazakhstan. V. 3: Environment and Ecology / Ed. N. A. Isakova, A. R. Medeu. Almaty, 2006. 518 p. (in Russ.).
- [7] Smolyar V.A., Burov B.V., Mustafaev S.T. Groundwater in Kazakhstan: supply and use // Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Almaty: SRC "Gylym", 2011. Vol. XIX. 366 p. (in Russ.).
- [8] Smolyar V.A., Burov B.V., Mustafaev S.T. Groundwater resources of Kazakhstan // Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Almaty: SRC "Gylym", 2011. Vol. VIII. 634 p. (in Russ.).
- [9] Strategy "Kazakhstan-2050" // [strategy2050.kz: https://strategy2050.kz/ru/page/multilanguage/](https://strategy2050.kz/ru/page/multilanguage/) (date of access: 02.09.2021) (in Russ.).

## А. Г. Валеев

Геоморфология және геоакпараттық картаграфиялау зертханасының ғылыми қызметкері  
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ШАРУАШЫЛЫҚ-АУЫЗ СУ ҚАЖЕТТІЛІКТЕРІ ҮШІН  
ЖЕР АСТЫ ЖӘНЕ ЖЕР ҮСТІ СУЛАРЫНЫҢ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУ

**Аннотация.** Солтүстік Қазақстан облысының қала және ауыл тұрғындарын қазіргі заманғы сумен қамтамасыз ету жер үсті және жер асты суларына негізделген. Қазіргі тапшылық жағдайында жер асты және жер үсті су ресурстарын тиімді пайдалану тұрғысынан бағалау жүргізілді. Тиімділікті алу, бөлу және ұтымды тұтыну мәселелерін шешу жер асты кен орындарын түгендеу және іске қосумен бірге жергілікті халықтың ауыз суға қажеттілігін қамтамасыз етуге негіз болады.

**Түйін сөздер:** жер асты және жер үсті су ресурстары, ауыз сумен қамтамасыз ету.

**A. G. Valeyev**

Scientific researcher of the department of geomorphology and GIS-mapping  
(JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

**USE OF UNDERGROUND AND SURFACE WATER RESOURCES  
FOR THE ECONOMIC AND DRINKING NEEDS OF THE NORTH KAZAKHSTAN OBLAST**

**Abstract.** Modern water supply of urban and rural population of the North Kazakhstan region is based on surface and underground waters. An assessment of the use of groundwater and surface water resources was carried out from the perspective of effective use in conditions of existing scarcity. Solving the problems of the efficiency of obtaining, distribution and rational consumption, together with the inventory and commissioning of underground deposits, will provide a basis for meeting the needs of the local population in drinking water.

**Keywords:** underground and surface water resources, drinking water supply.

А. З. Таиров<sup>1</sup>, Т. Е. Сорокина<sup>1</sup>, Д. У. Абдибеков<sup>2</sup>, А. Толекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>К.г.н., старший научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

<sup>2</sup>Научный сотрудник лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования (АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан)

## ОТЕЧЕСТВЕННАЯ НАУКА В МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И КАЗАХСТАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННОСТЬ

**Аннотация.** Констатированы казахстанская государственность, ее становление и развитие. Показаны усилия казахстанской стороны в улучшении экологического благополучия и обеспечения социально-экономического развития Аральского региона. Подчеркнута роль отечественной географической науки в многолетних комплексных исследованиях (мониторинг) дельтовых водоемов Сырдарии, впервые систематизированных и обобщенных в 6 крупных озерных систем (групп). В процессе экспериментально-полевых исследований выявлены отличительные признаки гидрографических сетей аридных зон – гидрологический и гидрохимический режим, морфологическая особенность, интенсивность водообменных процессов, специфичность функционирования и т.д., которые ранее не были идентифицированы. Уделено внимание охране водных ресурсов и сохранению водной экосистемы, в которых мониторинговые исследования занимают ключевую роль. Отмечена миролюбивая внешняя политика Казахстана, ведущая к тесному взаимодействию и сотрудничеству между научными сообществами соседних стран.

**Ключевые слова:** казахстанская государственность, отечественная наука, Арало-Сырдаринский бассейн, природные комплексы, мониторинг, озерные системы, сотрудничество.

Современная казахстанская государственность в своем развитии и становлении прошла сложный путь. Для цивилизации, которая исчисляется тысячелетиями, 30-летний период по историческим меркам – это короткий промежуток времени, но он пройден достойно. Несомненно, это величайшая заслуга Елбасы как реформатора и идейного вдохновителя в деле государственного строительства Независимого Казахстана, повышения статуса страны на международной арене и укрепления национальной безопасности.

В настоящее время Республика Казахстан прочно занимает свое место на политической карте мира, представив мировому сообществу собственный и уникальный путь современного развития – «казахстанский путь». Благоприятные экономические показатели, устойчивость социального положения и стабильность страны – подтверждение тому, что выбранный «путь» развития государства верный.

Отечественная наука сыграла значимую роль в развитии государства и общества. Однако не так прост был ее путь, особенно географической науки.

На заре становления независимости интенсивное освоение природных ресурсов в Арало-Сырдаринском бассейне (АСБ) на предыдущих этапах развития привело к нарушению тысячелетиями устоявшейся сбалансированной водной экосистемы. Некогда единый в бассейновом управлении АСБ отныне разделяло пять независимых центрально-азиатских стран: Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан, Туркменистан и Таджикистан. Казахстан в силу своего географического положения оказался в нижнем течении так называемых «трансграничных» рек. Это означало, что судьба Аральского моря и благополучие уникальных природных комплексов аридной зоны теперь всецело зависели от воли и решения стран, расположенных в «зонах формирования стока».

Несогласованность, отсутствие совместной координации, игнорирование интересов природных комплексов при использовании водных ресурсов бассейна, несоблюдение водной дипломатии особенно негативно отразились на казахстанской части Северного Приаралья.

Сокращение речного стока по реке Сырдария в казахстанской части бассейна с более чем 20 до 5 км<sup>3</sup> и менее в 1990-е годы демонстрирует масштабность водохозяйственного освоения рек бассейна. Истощение водно-ресурсного потенциала водотоков стало очевидным фактом. Масштабность антропогенного воздействия показывает и то, что уникальное море аридной зоны, четвертое в мире по величине (68 500 км<sup>2</sup>), перестало существовать как единый природный

комплекс. Аральское море распалось на два изолированных водоема: Северное (Малое) Аральское море и Южное (Большое) Аральское море с объявлением об экологической катастрофе всему миру.

Предпринимались определенные шаги по сохранению экологического равновесия, но они оказались малоэффективными. Природные комплексы Приаралья перешли в устойчивую стадию деградации (рисунок 1).



Рисунок 1 – Высохшее озеро Каязды

С усыханием моря, водно-болотных комплексов и систем озер участилась повторяемость пылесолевых бурь (рисунок 2).



Рисунок 2 – Пылесолевая буря в высохшем дельтовом озере р. Сырдария

С отступлением водной поверхности усилилось опустынивание казахстанской части Приаралья (рисунок 3).

Начиная с 1990-х годов Правительство Казахстана предприняло колоссальные усилия для сохранения и восстановления водной экосистемы Аральского региона. Ученые и специалисты выработывали новые способы и методы теоретического исследования и научно обоснованные подходы для решения сложных теоретических и прикладных задач.

Казахстанская научная общественность ранее никогда не сталкивалась с проблемами такого характера и масштаба. Заинтересованность в изучении «рукотворных» экологических катастроф



Рисунок 3 – Опустынивание казахстанской части Приаралья

проявили многие международные организации и зарубежные страны: Германия, Япония, USAID, UNDP, Всемирный банк и др.

В феврале 1992 г. Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан и Туркмения подписали соглашение «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников», которое создало на паритетных условиях Межгосударственную координационную водохозяйственную комиссию (МКБК) [1].

В том же году Институт географии (ныне АО «Институт географии и водной безопасности») на базе магнитно-ионосферной станции создал Приаральский экологический центр с юридическим адресом в поселке Айтеке би (быв. Новоказалинск) Кызылординской области.

В марте 1993 г. главы государств Центральной Азии подписали «Соглашение о совместных действиях по решению проблем Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона» и Положение о Международном фонде спасения Арала (МФСА) [2].

В рамках программы «Регулирование русла реки Сырдарии и сохранение северной части Аральского моря» (PPSAM-I) [3], инициированной Казахстаном, в 2005 году было завершено строительство Кокаральской плотины в проливе Берга, разделяющей два «моря». Перемычка длиной 13 км с водосбросным сооружением, состоящая из 9 шлюзов-регуляторов, обеспечивает динамичность уровня Северного (Малого) Аральского моря (САМ) (рисунок 4).

Благодаря решению инженерной мысли и реализации стратегического плана государства понижающийся уровень САМ был стабилизирован и устойчиво зафиксирован на отметке  $42,0 \pm 0,5$  м абс. В результате площадь САМ и объем воды в нем увеличились соответственно до 3300 тыс. км<sup>2</sup> и 27,0 км<sup>3</sup>. Это был грандиозный успех страны и отечественной науки, что явилось реальной предпосылкой для реабилитации депрессивного эколого-гидрологического состояния и восстановления социально-экономического положения Казахстанского Приаралья.

Сотрудники лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем и математического моделирования вот уже на протяжении 30 лет осуществляют экспедиционные исследования в сочетании с мониторинговыми наблюдениями за состоянием динамики уникальных дельтовых озер Сырдарии. Этому способствует научная политика руководства Института географии и водной безопасности, научно-техническая база, оснащенная современным оборудованием и технологиями, соответствующая мировым стандартам. Это позволяет проводить фундаментальные и прикладные комплексные научные исследования на соответствующем уровне и представлять результаты мировой научной общественности.





Рисунок 4 – Верхний бьеф водосбросного сооружения Кокаральской плотины САМ

В ходе многолетних комплексных исследований сотрудниками института впервые систематизированы дельтовые водоемы Сырдарии, обобщенные в 6 крупных озерных систем (групп): Куандаринскую, Аксайскую, Камыстыбасскую, Акшатаускую, Приморскую правобережную и Приморскую левобережную. В процессе экспериментально-полевых исследований выявлены особенности, характерные для гидрографических сетей аридных зон – гидрологический и гидрохимический режим, морфологическая особенность, интенсивность водообменных процессов, специфичность функционирования естественных и «канализованных» проток и т.д., которые ранее не были идентифицированы.

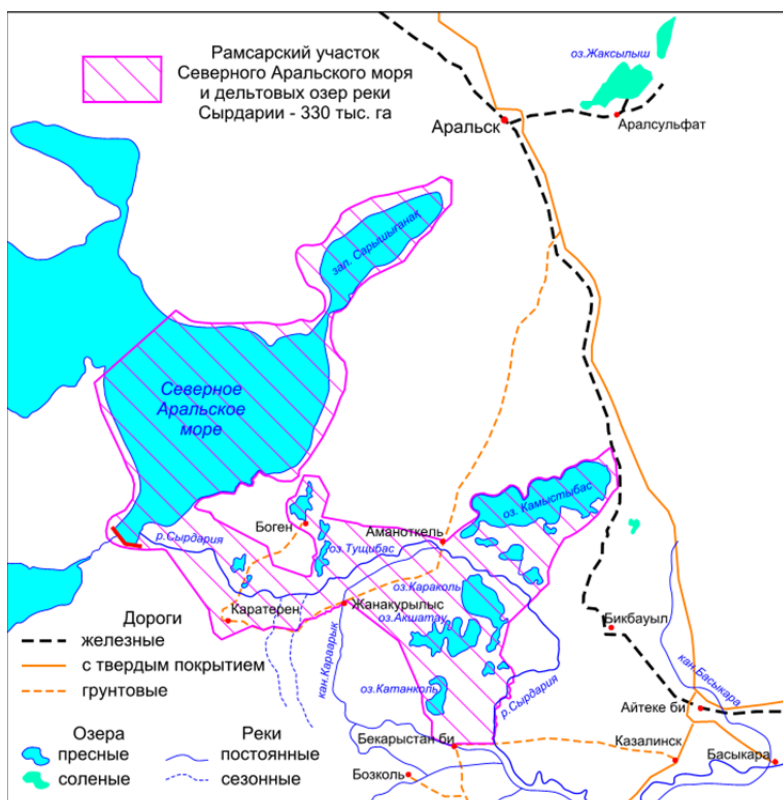


Рисунок 5 – Рамсарский участок Казахстанского Приаралья



В настоящее время мониторинговыми исследованиями охвачено 53 водных объекта, из них 27 – озера с хозяйственно-экологическим значением и 26 – водно-болотные комплексы общей площадью около 100,0 тыс. га.

Актуальность и своевременность таких научных исследований и мониторинговых наблюдений Института географии и водной безопасности подтверждается тем, что в феврале 2012 г. Секретариат Рамсарской конвенции включил территорию «Малое Аральское море и дельта Сырдарии» площадью 330 тыс. га в список Рамсарских угодий – наиболее важных водно-болотных угодий планеты – ключевых орнитологических территорий (Important Bird Areas) [4] (рисунок 5).

В современных условиях всевозрастающее антропогенное воздействие на природные комплексы Арало-Сырдаринской системы на фоне глобальных климатических преобразований в окружающей среде приобретает общечеловеческие масштабы. Очевидно, что локальные гидро-экологические проблемы выходят далеко за рамки национальных, охватывая вопросы водной безопасности всего Центрально-Азиатского региона.

Без сомнения, охрана водных ресурсов и сохранение водной экосистемы, эффективное функционирование водных объектов, устойчивость системы управления водными ресурсами являются актуальными задачами, в решении которых мониторинговые исследования играют ключевую роль.

В то же время трансграничные реки выступают точкой соприкосновения и взаимовыгодного сотрудничества центрально-азиатских стран. В этой связи добрососедская и миролюбивая внешняя политика Казахстана поистине помогает выстраивать созидательные и благотворные отношения со всеми странами и ведет к тесному взаимодействию, в том числе между научными сообществами.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Соглашение между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников // Юридический сборник НИЦ МКВК. – Алматы, 1998. – № 3. – С. 7-10.

[2] Соглашение о совместных действиях по решению проблемы Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона. <http://cawater-info.net/library/rus/gov7.pdf> (дата обращения 25 ноября 2021 г.).

[3] Программа «Регулирование русла реки Сырдарии и сохранение северной части Аральского моря». <http://cawater-info.net/syrdarya-knowledge-base/pdf/trssam1.pdf> (дата обращения 25 ноября 2021 г.).

[4] Обновление сведений о статусе водно-болотных угодий (ВБУ) в Казахстане, Кыргызстане и Туркменистане путем сбора и распространения наилучших практик для сохранения и устойчивого использования ВБУ местными сообществами / Ред. Э.А. Рустамов. – Алматы, 2018. – 118 с.

#### REFERENCES

[1] Agreement between the Republic of Kazakhstan, the Republic of Kyrgyzstan, the Republic of Uzbekistan, the Republic of Tajikistan and Turkmenistan on cooperation in the field of joint management of the use and protection of water resources of interstate sources // Legal Collection of SIC ICWC. Almaty, 1998. N 3 P. 7-10. (in Russ.).

[2] Agreement on joint actions to solve the problem of the Aral Sea and the Aral Sea region, environmental rehabilitation and ensuring the socio-economic development of the Aral region. <http://cawater-info.net/library/rus/gov7.pdf> (accessed November 25, 2021) (in Russ.).

[3] The program "Regulation of the Syrdarya Riverbed and preservation of the northern part of the Aral Sea". <http://cawater-info.net/syrdarya-knowledge-base/pdf/trssam1.pdf> (date of formation November 25, 2021) (in Russ.).

[4] (ed.) Updating information on the status of wetlands in Kazakhstan, Kyrgyzstan and Turkmenistan by collecting and disseminating the best practices for the conservation and sustainable use of wetlands by local communities / Ed. E. A. Rustamov. Almaty, 2018. 118 p. (in Russ.).

А. З. Таиров<sup>1</sup>, Т. Е. Сорокина<sup>1</sup>, Д. У. Абдибеков<sup>2</sup>, А. Толекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Г.ғ.к., табиғи-шаруашылық жүйені сумен қамтамасыздандыру және математикалық үлгілеу зертханасының аға ғылыми қызметкері («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

<sup>2</sup>Табиғи-шаруашылық жүйені сумен қамтамасыздандыру және математикалық үлгілеу зертханасының ғылыми қызметкері («География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

### БАҚЫЛАУ ЗЕРТТЕУЛЕРІНДЕ ОТАНДЫҚ ҒЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ МЕМЛЕКЕТТІЛІК

**Аннотация.** Қазақстандық мемлекеттілік, оның қалыптасуы мен дамуы нақты белгіленді. Қазақстан тарапынан Арал өңірінің экологиялық әл-ауқатын жақсартудағы және әлеуметтік-экономикалық дамуын қамтамасыз етудегі күш-жігері көрсетілді. Сырдария атырауындағы көлдерде көпжылдық кешенді зерттеу (бақылау) нәтижелерінде отандық географиялық ғылымның рөлі көрсетілді, онда алғаш рет жүйеленген және жинақталған 6 ірі көл жүйелері (топтары) көрсетілді. Далалық-эксперименттік зерттеулер процесінде, бұрын-да анықталмаған, аридтік аймақтардың гидрографиялық желілеріне тән ерекшелік белгілері мен ерекшеліктері – гидрологиялық және гидрохимиялық режимі, су алмасу процестерінің қарқындылығы, морфологиялық және атқарымлым ерекшеліктері көрсетілді. Су ресурстарын қорғау және су экожүйесін сақтау мәселелеріне назар аударылды, оларды шешудің тиімділігінде бақылау зерттеулері басты рөл атқарады. Қазақстанның, оның ішінде әлемдік ғылыми қоғамдастықтар арасындағы тығыз өзара әрекеттестігі мен ынтымақтастыққа алып келетін Қазақстанның көршілес мемлекеттермен татулық, ынтымақшыл және бейбітшіл сыртқы саясатының үлесі атап көрсетілді.

**Түйін сөздер:** Қазақстандық мемлекеттілік, отандық ғылым, Арал-Сырдария алабы, табиғи кешендер, бақылау, көлдер жүйесі, ынтымақтастық.

A. Z. Tairov<sup>1</sup>, T. E. Sorokina<sup>1</sup>, D. U. Abdibekov<sup>2</sup>, A. Tolekova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD, Senior Researcher Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

<sup>2</sup> Researcher Laboratory of Water Supply of Natural and Economic Systems and Mathematical Modeling (JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan)

### DOMESTIC SCIENCE IN MONITORING RESEARCH AND KAZAKHSTAN'S STATEHOOD

**Abstract.** Kazakhstan's statehood, its formation and development are stated. The effort of the Kazakh side in improving environmental well-being and ensuring socio-economic development of the Aral region is shown. The role of Russian geographical science in the results of long-term comprehensive studies (monitoring) of the delta reservoirs of Syrdaria, systematized and generalized for the first time into 6 large lake systems (groups), is reflected. In the course of experimental field studies, distinctive features and features characteristic of hydrographic networks of arid zones were revealed – hydrological and hydrochemical regime, morphological feature, intensity of water exchange processes, specificity of functioning, etc., which had not been previously identified. Attention is paid to the protection of water resources and the preservation of the aquatic ecosystem, in the effectiveness of which monitoring studies play a key role. The good-neighborly and peace-loving foreign policy of Kazakhstan, leading to close interaction and cooperation, including between scientific communities, was noted.

**Keywords:** Kazakh statehood, domestic science, the Aral-Syrdarya basin, natural complexes, monitoring, lake systems, cooperation.

*Ғылыми семинарлар мен конференциялар*  
*Научные семинары и конференции*  
*Scientific seminars and conferences*

---

---

**СЕМИНАР «СНИЖЕНИЕ УЯЗВИМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ  
В ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОМ РЕГИОНЕ  
ОТ ПРОРЫВА ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР  
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (GLOFCA)»,  
18–19 НОЯБРЯ 2021 г., г. ТАШКЕНТ**

Семинар «Снижение уязвимости населения в Центрально-Азиатском регионе от прорыва ледниковых озер в условиях изменения климата (GLOFCA)» организован и финансировался ЮНЕСКО. В работе семинара, помимо сотрудников Казахстанского офиса ЮНЕСКО (Н. Ким и Ж. Журумбетова), принимали участие ученые из Цюрихского университета, представители от стран Центральной Азии (Таджикистан, Узбекистан, Киргизия и Казахстан). Делегацию Казахстана представляли сотрудники АО «Институт географии и водной безопасности», Центрально-Азиатского регионального гляциологического центра категории 2 под эгидой ЮНЕСКО, Центра по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий, ГУ «Казселезащита».

Работа семинара строилась в рамках двух дней: 18 ноября – презентации организаторов и участников, 19 – обсуждение предложений по структуре и реализации проекта с представителями ЮНЕСКО и Цюрихского университета.

От АО «Институт географии и водной безопасности» была представлена презентация, раскрывающая характер и виды деятельности института, его полномочия в вопросах картирования, мониторинга и оценки опасности прорыва ледниковых озер (ПЛО) и селей, взаимодействие с государственными органами и заинтересованными организациями, международное сотрудничество согласно договорам и меморандумам. Большое внимание уделено опыту института, результатам исследований (НИР), монографиям и публикациям в указанной сфере.

Представлены критерии для выявления потенциально опасных ледниковых озер (ЛО), включающие:

- генезис озера с учетом его расположения в моренно-ледниковом комплексе;
- интенсивное развитие озера (рост морфометрических характеристик);
- прорывную активность (наличие прорывов в период существования озера);
- объем водной массы, а также площадь, глубину озера;
- наличие подземных каналов стока (дренажных ледовых туннелей, гротов) в моренных плотинах с погребенным ледовым ядром;
- наличие талых массивов (размороженных) грунтов в плотине озера;
- резкое изменение гидрологического режима водного объекта;
- изменения путей фильтрации и подземного стока, появление новых выходов талых вод на фронтальном откосе плотины;
- существенные изменения в системе озеро–морена–ледниковый комплекс, вызывающие нарушения целостности водоудерживающей перемычки.

Изложены методологические подходы мониторинга ЛО в Казахстане, включая методы аэровизуальных облетов бассейнов горных рек с ЛО, дистанционного зондирования поверхности со спутников, использование спутниковых фотографий для дешифрирования и выявления прорывоопасных ЛО, автоматизированный мониторинг ЛО с системами датчиков, средств контроля,

фиксации, накопления и передачи данных. Представлены образцы разработанных институтом карт селевой опасности.

По результатам полевых исследований, выполненных в 1990–2000-х гг., а также по современным материалам АФС и КС дана иллюстрированная схемами оценка текущего состояния ЛО и гляциальной селевой опасности в стране.

Важный элемент оценки опасности прорывов ЛО – условия механизма формирования максимальных (пиковых) прорывных расходов, служащих пусковым звеном гляциальных селей. Анализ данных прямых наблюдений и наземных обследований позволяет выделить три основных механизма прорывов ЛО:

- поверхностный по открытым ледовым каналам;
- подземный по ледовым туннелям (каналам стока, гротам);
- по проранам в талых массивах современных морен с разрушением плотин.

Рассмотрены основные проблемы, возникающие при оценке селеопасности.

19 ноября состоялось детальное обсуждение предложений института по структуре, составу и содержанию предлагаемого проекта. По просьбе Цюрихского университета институт, в рамках технического задания на первый этап, выполнит редакцию обзорного отчета, подготовленного швейцарскими учеными по прорывам ЛО в Казахстане, а также разработает классификацию ЛО с учетом местных условий. Все предложения института были поддержаны.

*Попов Н. В., к.г.н., главный научный сотрудник  
Института географии и водной безопасности*

---



---

**МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS**

*Скоринцева И.Б.* 30 лет Независимости Казахстана..... 3

**Гляциология – Гляциология – Glaciology**

*Медеу А.Р., Пиманкин А.В., Гонтарь М.И., Пиманкина Н.В.* Предварительные результаты геофизического исследования каменного глетчера Моренный.....5  
(*Medeu A.R., Pimankin A.V., Gontar M.I., Pimankina N.V.* Preliminary results of geophysical studies on the Morenny rock glacier)

**Ландшафттану – Ландшафтоведение – Landscape science**

*Крылова В.С., Скоринцева И.Б., Басова Т.А., Алдажанова Г.* Қазақстан республикасы Жамбыл облысының ауыл шаруашылығын игеру жерлерінің деградациялануын бағалау..... 10  
(*Krylova V.S., Skorintseva I.B., Bassova T.A., Aldazhanova G.* Assessment of land degradation of agricultural development of Zhambyl region of the Republic of Kazakhstan)

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

*Вейсов С.К., Хамраев Г.О.* Методы защиты трубопроводов от процессов выдувания в пустыне Каракум..... 18  
(*Veysov S.K., Hamrayev G.O.* Methods for protecting pipelines from blowing processes in the Karakum desert)  
*Халыков Е.Е., Лый Ю.Ф., Абитбаева А.Д., Тоғыс М.М., Валеев А.Г.* Определение динамики переработки берегового уступа озера Алаколь с использованием лазерного сканера..... 23  
(*Khalikov Ye.Ye., Lyi Yu.F., Abitbayeva A.D., Togys M.M., Valeev A.G.* Determination of the coastal retreat dynamics of the Alakol lake using laser scanner)

**Гидрология – Гидрология – Hydrology**

*Таиров А.З., Абдибеков Д.У., Оразбекова К.С.* Уточнение основных морфометрических характеристик озера Камыстыбас.....35  
(*Tairov A.Z., Abdibekov D.U., Orazbekova K.S.* Clarification of the main morphometric characteristics of lake Kamystybas)

*Исмукханова Л.Т., Кулбекова Р.А., Жәди А.Ә., Султанбекова Б.М.* Гидрохимический режим озера Осек в Алматинской области..... 42  
(*Ismukhanova L.T., Kulbekova R.A., Zhadi A.A., Sultanbekova B.M.* Hydrochemical regime of lake Osek in the Almaty region)

*Валеев А.Г.* Использование ресурсов подземных и поверхностных вод для хозяйственно-питьевых нужд Северо-Казахстанской области..... 48  
(*Valeev A.G.* Use of underground and surface water resources for the economic and drinking needs of the North Kazakhstan oblast)

*Таиров А.З., Сорокина Т.Е., Абдибеков Д.У., Толекова А.* Отечественная наука в мониторинговых исследованиях и казахстанская государственность.....53  
(*Tairov A.Z., Sorokina T.E., Abdibekov D.U., Tolekova A.* Domestic science in monitoring research and Kazakhstan's statehood)

**Ғылыми семинарлар мен конференциялар  
Научные семинары и конференции  
Scientific seminars and conferences**

*Попов Н.В.* Семинар «Снижение уязвимости населения в Центрально-Азиатском регионе от прорыва ледниковых озер в условиях изменения климата (GLOFCA)».....59

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

Басуға 23.12.2021 қол қойылды.  
Пішіні 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Офсеттік басылым.  
Баспа – ризограф. 5,2 п.л.  
Таралымы 300 дана.

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

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

Подписано в печать 23.12.2021.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.  
Печать – ризограф. 5,2 п.л.  
Тираж 300.

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

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

Passed for printing on 23.12.2021.  
Format 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Offset paper.  
Printing – risograph. 5,2 pp.  
Number of printed copies 300.

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



## 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. Не общепринятые 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, м<sup>3</sup>/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть выполнены в хорошем качестве, а их общее количество не превышать 5. Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисуночных подписях. В подрисуночной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисуночные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км<sup>2</sup>» (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 geography.geoecology@gmail.com  
Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>