

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 **Цуй 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. Толеубаева**; 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 **Цуй 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. Толеубаева**; 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; ingeo@mail.kz
Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>

Е. Е. Халыков¹, Ю. Ф. Лый², А. Д. Абитбаева³, М. М. Тоғыс¹, А. Г. Валеев¹

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

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

³ 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 км², наибольшая глубина – 54 м, средняя глубина – 22,1 м, объем воды – 58 560 млн м³ [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°С в центре до 7,2°С на юге района. Среднемесячные температуры колеблются в среднем от 24,0°С (июль) до -14,8°С (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°С. 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 м³ 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.

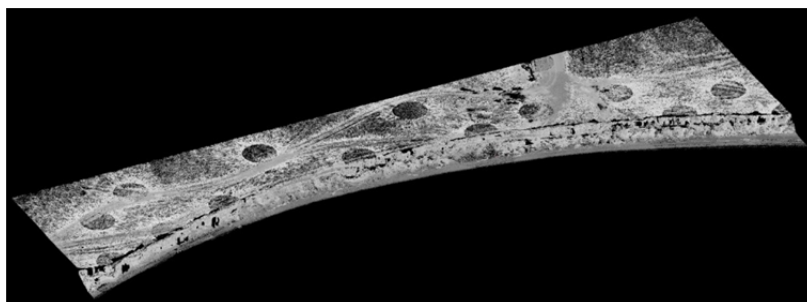
При сканировании на открытой местности сканер также принимает отраженные сигналы от растительности и не природных предметов, которые для построения цифровой модели рельефа не нужны. Поэтому при обработке данных в программном обеспечении RiSCAN PRO из облака точек, применяя опции фильтр растительности,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

После очистки от растительности и от не природных 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.

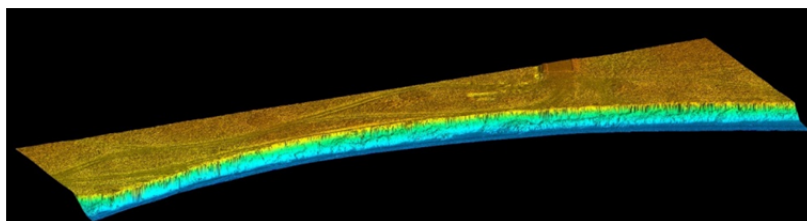
Третий последний компонент – это создание ЦМР побережья. Для этого необходимо создание полиданных, используя фильтр данных. С его помощью, выбирая режим 2,5D растр, получаем полиданные. Далее эти полиданные будут триангулированы через алгоритм триангуляции Делоне.



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 м³. 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.

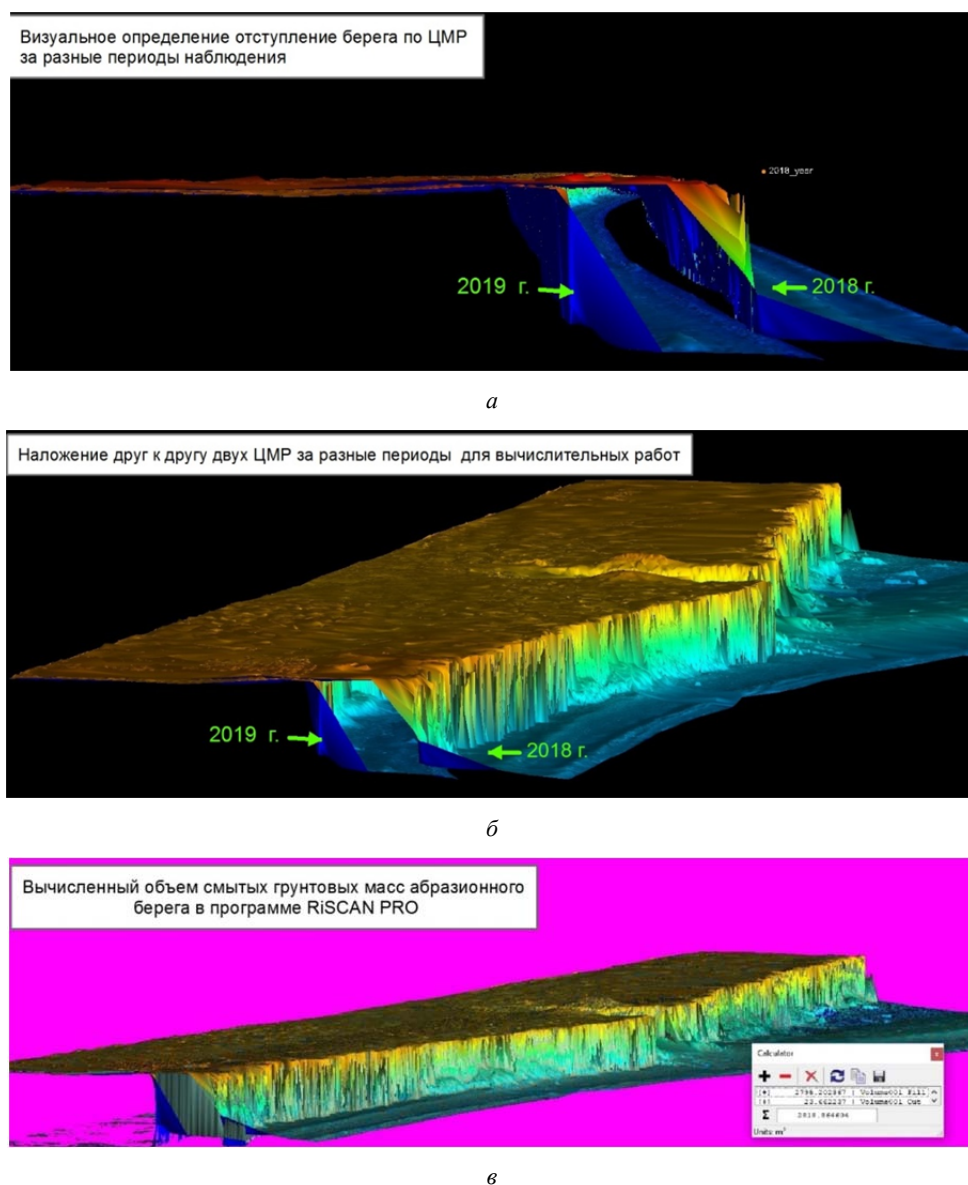


Рисунок 2 – Анализ разновременных ЦМР: а – визуальное определение отступления за разные периоды наблюдения; б – определение динамики абразивного процесса; в – вычисление объема переработанного грунта

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).

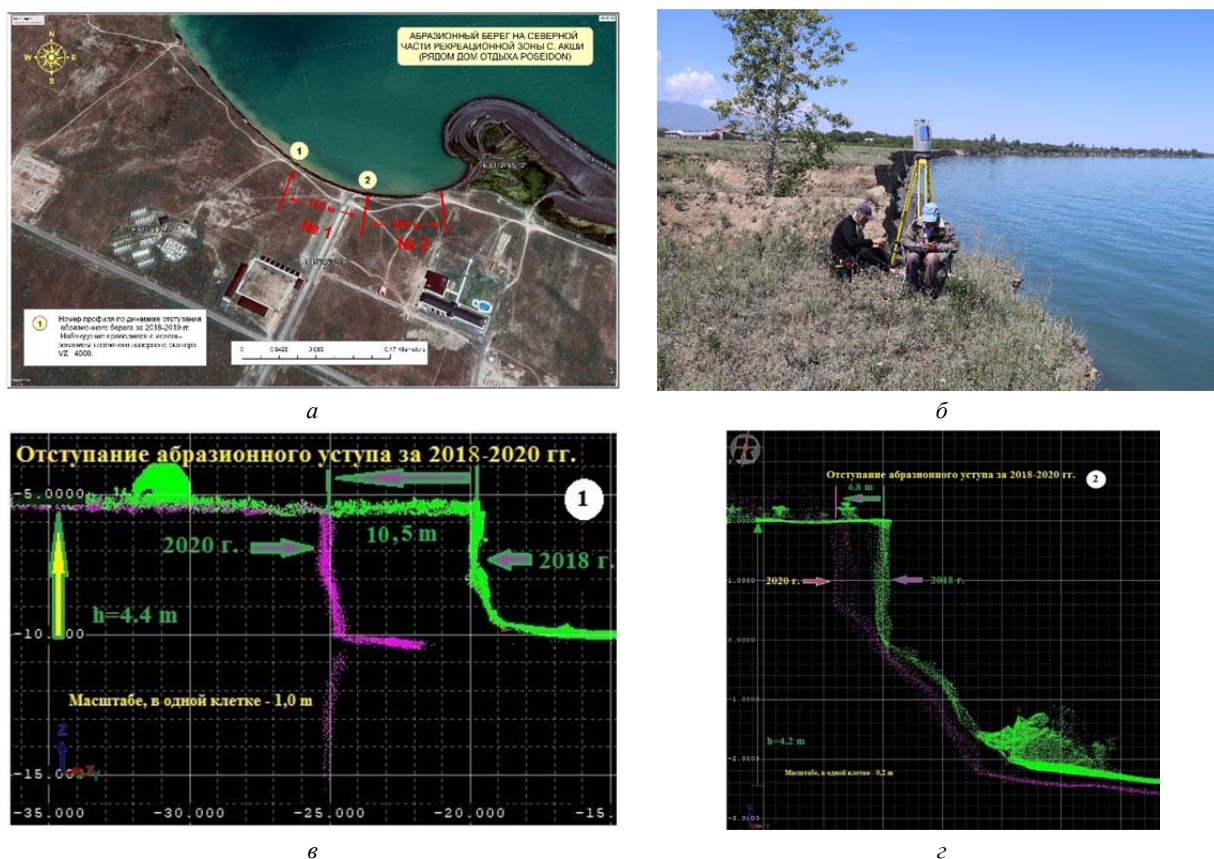


Рисунок 3 – Мониторинговый участок «Малая Коса» (левый берег рекреационной зоны Акши):

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:

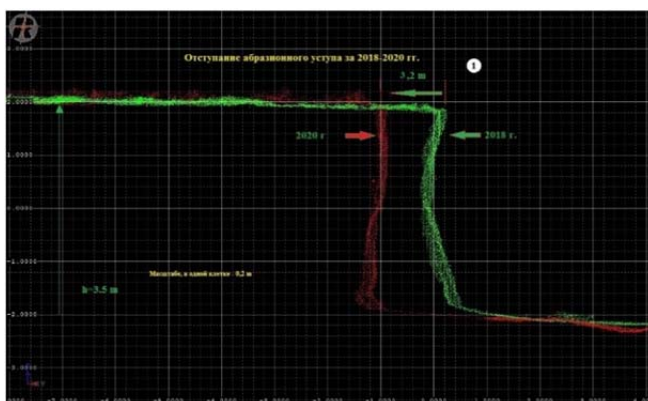
- динамика берегов усиливается на подветренных участках, завернутых оконечностей кос, о чем свидетельствуют сформировавшиеся дугообразные формы берега;
- интенсивность эрозии берегов зависит от относительных высот берегового уступа: чем ниже относительная высота, тем интенсивнее переработка берегов;
- 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).



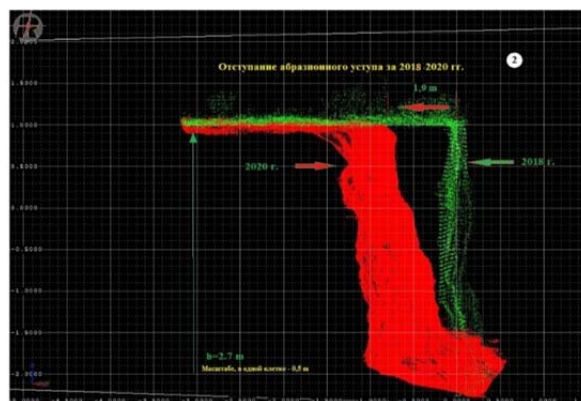
а



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 м³ 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 м³, 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 м³ 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 м³ 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 ³			Средний объем денудации уступа, м ³
			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 м³ 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 м³/100 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 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 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. Халыков¹, Ю. Ф. Лый², А. Д. Абитбаева³, М. М. Тоғыс¹, А. Г. Валеев¹

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

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

³Г.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. Khalykov¹, Yu. F. Lyi², A. D. Abitbayeva³, M. M. Togys¹, A. G. Valeyev¹

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

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

³ 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.

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)

Исмуханова 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 60x88¹/₈. 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 60x88¹/₈. 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 60x88¹/₈. 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, м³/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

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

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

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

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

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

Адрес редакции журнала «География и водные ресурсы»:

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99,
АО «Институт географии и водной безопасности».
Тел.: +7(727)2918129 (приемная); факс: +7(727)2918102
E-mail: ingeo@mail.kz и geography.geoecology@gmail.com
Сайт: <http://www.journal.ingeo.kz>