

УДК: 528.7(571.53)+504.05

DOI: 10.35595/2414-9179-2023-1-29-288-303

О.В. Лунина¹, А.Н. Чикишева², А.В. Бочалгин³, А.А. Гладков⁴

**ВЫЯВЛЕНИЕ СЛЕДОВ
АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
СОВЕТСКОГО ПЕРИОДА ПО ДАННЫМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ
В ДЕЛЬТАХ РЕК БУГУЛЬДЕЙКИ И ГОЛОУСТНОЙ
(БАЙКАЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

АННОТАЦИЯ

В 2021 и 2022 гг. проведена беспилотная аэрофотосъемка дельт рр. Голоустной и Бугульдейки, расположенных на северо-западном побережье оз. Байкал. С помощью фотограмметрического метода, реализованного в программе «Agisoft Metashape», построены ортофотопланы и цифровые модели местности (ЦММ) сверхвысокого разрешения. При дешифрировании полученных материалов обнаружены техногенные изменения земной поверхности, не связанные с освоением земель последних десятилетий. Привлечение исторических данных позволило идентифицировать следы антропогенной деятельности в дельтах рек, принадлежащие советскому периоду развития страны. В дельте р. Голоустной, которая на большей площади представляет собой незаселенную степь с островками реликтовых тополей, выявлены места расположения домов улусов Заречный и Подкаменный, существовавших с дореволюционного времени до 1958 г. Реконструированы границы этих поселений и сельскохозяйственных угодий, принадлежащих их жителям и коллективному хозяйству. В обеих дельтах на земной поверхности сохранились следы масштабных лесозаготовительных работ, уникальные фотографии которых впервые приводятся в настоящей работе. Выявлены места скопления затонувшего леса у берегов оз. Байкал и в некоторых руслах р. Голоустной. В практическом плане полученные данные могут быть использованы в исторических реконструкциях, например, при создании макетов обустройства дельт в советский период времени для региональных музеев в современных поселках и визит-центрах Прибайкальского национального парка. Результаты могут быть также полезны в экологических изысканиях, совмещенных с добычей древесины с целью очищения дна водоемов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: беспилотная аэрофотосъемка, картографирование, антропогенные объекты, дельта, Байкал

¹ Институт земной коры СО РАН, ул. Лермонтова, д. 128, Иркутск, Россия, 664033,
e-mail: lounina@crust.irk.ru

² Государственный архив Иркутской области, ул. Байкальская, д. 79, Иркутск, Россия, 664047,
e-mail: cik-an@yandex.ru

³ Иркутский государственный университет, Географический факультет, ул. Лермонтова, д. 126, Иркутск, Россия, 664033,
e-mail: 1bochalgin@gmail.com

⁴ ГАУ ДО ИО «Центр развития дополнительного образования детей», ул. Красноказачья, д. 9, Иркутск, Россия, 664007,
e-mail: anton90ne@rambler.ru

Oksana V. Lunina¹, Anna N. Chikisheva², Aleksey V. Bochalgin³, Anton A. Gladkov⁴

**TRACES OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY OF THE SOVIET-ERA
BASED ON AERIAL PHOTOGRAPHY DATA IN THE DELTAS
OF THE BUGULDEYKA AND GOLOUSTNAYA RIVERS (BAIKAL REGION)**

ABSTRACT

In 2021 and 2022 unmanned aerial photography of the deltas of the Goloustnaya and Buguldeyka Rivers, located on the northwestern shore of Lake Baikal, were performed. Using the photogrammetric method implemented in the “Agisoft Metashape” software, ultra-high-resolution orthomosaics and digital surface models (DSM) were built. When deciphering the obtained materials, technogenic surface changes that are not associated with land development in recent decades were found. The involvement of historical data made it possible to identify traces of anthropogenic activity in the river deltas belonging to the Soviet-era of the country’s development. In the Goloustnaya River delta, which is now almost uninhabited over a larger area, and represents a steppe with islands of relict poplars, the locations of the houses of the Zarechny and Podkamenny uluses, which existed from pre-revolutionary times until 1958, were revealed. The boundaries of these settlements and agricultural land belonging to their inhabitants and collective farms were reconstructed. In both deltas, traces of large-scale logging works, unique photographs of which are presented for the first time in this article, were preserved on the surface. Places of accumulation of sunken forests on the shores of Lake Baikal and in some channels of the Goloustnaya River were revealed. On practice, the obtained data can be used in historical reconstructions, for example, when creating models of the arrangement of deltas in the Soviet-era for regional museums in modern villages and visitor centers of the Pribaikalsky National Park. The results may also be useful in environmental surveys combined with timber extraction in order to clean the bottom of water bodies.

KEYWORDS: unmanned aerial photography, mapping, anthropogenic objects, delta, Baikal

ВВЕДЕНИЕ

Среди дистанционных методов зондирования в последние годы особую популярность завоевывает аэрофотосъемка (АФС) с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [Tmuši’c et al., 2020; Calantropio et al., 2021; Cheng et al., 2021; Liu-Zeng et al., 2022]. Дальнейшая фотограмметрическая обработка данных позволяет получать ортофотопланы и цифровые модели местности (ЦММ), которые дешифрируются для изучения строения земной поверхности. В наших исследованиях такие материалы используются для картографирования разрывных деформаций, которые могут быть выявлены в голоценовых отложениях конусов выноса [Lunina, Gladkov, 2022]. При этом, наряду с данными о нарушениях поверхности Земли, мы обнаруживаем различные интересные объекты и деформации, связанные с антропогенной деятельностью недавнего прошлого. Для специалистов, занимающихся решением проблем экологической устойчивости, социальных аспектов развития и оценки антропогенного воздействия на

¹ Institute of the Earth’s Crust SB RAS, 128, Lermontov str., Irkutsk, 664033, Irkutsk, Russia, e-mail: lounina@crust.irk.ru

² State Archive of the Irkutsk region, 79, Baikalskaya str., Irkutsk, 664047, Russia, e-mail: cik-an@yandex.ru

³ Irkutsk State University, Faculty of Geography, 126, Lermontov str., Irkutsk, 664033, Russia, e-mail: 1bochalgin@gmail.com

⁴ Center for the Development of Additional Education for Children of Irkutsk Region, 9, Krasnokazachya str., Irkutsk, 664007, Russia, e-mail: anton90ne@rambler.ru

окружающую среду, сведения о таких ландшафтных изменениях могут быть весьма полезными. Это побудило нас к проведению настоящего исследования, цель которого заключалась в выяснении природы дистанционно наблюдаемых деформаций почвы и остатков объектов деятельности советского периода в дельтах рр. Голоустной и Бугульдейки, расположенных на западном побережье оз. Байкал (рис. 1).

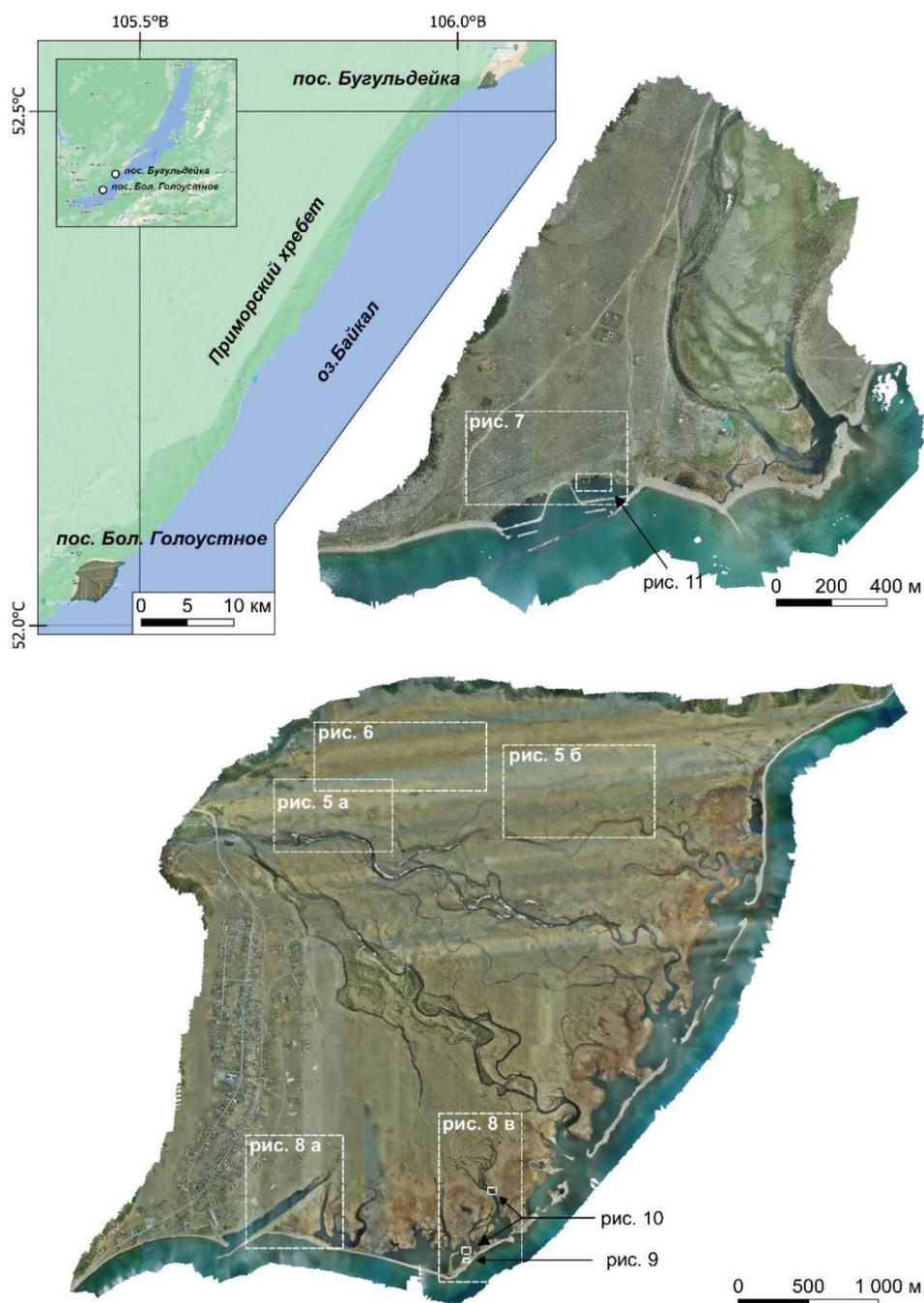


Рис. 1. Расположение дельт рр. Голоустной и Бугульдейки и их ортофотопланы по данным АФС в мае 2022 г.

Fig. 1. Location of the deltas of the Goloustnaya and Buguldeyka Rivers and their orthomosaics according to aerial photography of May 2022

Кроме того, эта работа представляется нам полезной с точки зрения развития экологического туризма и обустройства Прибайкальского национального парка. Находясь на его территории, сейчас уже трудно представить, что в некоторых местах, подобных устьям указанных рек, десятки лет назад велась активная народно-хозяйственная деятельность, следы которой в целом можно разглядеть только с высоты птичьего полета.

Объекты исследования и история их освоения

Дельты рр. Голоустной и Бугульдейки представляют собой аккумулятивные мысы, примыкающие к склонам Приморского хребта. Хозяйственное освоение этих территорий началось в XVII в. [Кравченко и др., 1997, с. 17]. В регионе расселялись как коренные народы, создавая поселения (улусы), так и русское население. Закладывались будущие поселки Бугульдейка и Большое Голоустное.

Одно из первых упоминаний о создании сельскохозяйственной артели «Ударная Бугульдейка» как способа коллективного ведения хозяйства относится к 1935 году¹. В Большом Голоустном к 1936 г. было создано две артели — промыслово-охотоведческая «Красный Байкал» и промыслово-рыболовная «Красный Идегол», которые имели более 80 га пашенных и более 400 га покосных земель. Артели позднее были объединены в колхоз «Путь к коммунизму» [Атутова, 2018, с. 11].

Значительное развитие населенные пункты получили благодаря лесозаготовкам и лесосплаву (рис. 2–3). В мае 1959 г. в с. Бугульдейке начато строительство Бугульдейского леспромхоза комбината «Иркутсклес» с годовым объемом вывозки и сплотки древесины в объеме 250 тыс. м³. Целью было обеспечение сырьем Солзанского завода вискозной целлюлозы на оз. Байкал². В 1949 г. на р. Голоустную переведен Большереченский леспромхоз. В 1987 г. на его базе было организовано комплексное лесохозяйственное предприятие «Байкал», ставшее в 1995 г. Голоустенским леспромхозом [Атутова, 2018, с. 11–12].

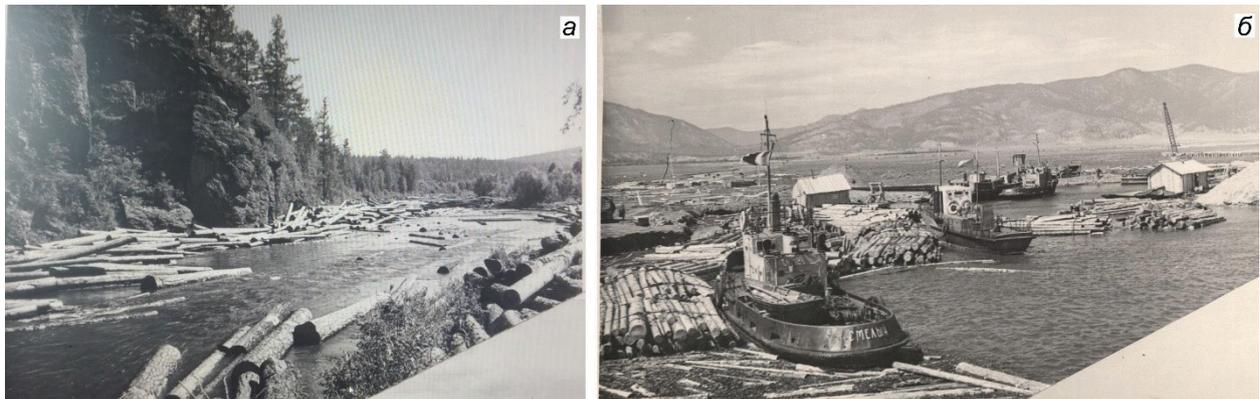


Рис. 2. Молевой сплав леса по р. Голоустной на 58 км³ (а) и катера на рейде в ожидании плотов недалеко от края ее дельты⁴ (б), фотографии 1958 г.

Fig. 2. Log drifting along the Goloustnaya River at 58 km³ (a) and boats in the roadstead waiting for rafts near the edge of its delta⁴ (b), photographs of 1958

¹ ГАИО. Р-2916. Оп. 1. Д. 30. Л. 1.

² ГАИО. Р-2725. Оп. 1. Д. 19. Л. 225.

³ ГАИО. Р-2746. Оп. 4. Д. 45. Л. 7.

⁴ ГАИО. Р-2746. Оп. 4. Д. 45. Л. 18 об.

Большереченский и Бугульдейский леспромхозы, входившие в производственное объединение «Иркутсклес», являлись одними из самых крупных в регионе. Планово они должны были сплавать 400 тыс. м³ леса в год по Байкалу [Федотова, 1982]. Река Бугульдейка отличалась своим мелководьем, не позволявшим входить в ее устье большим судам. Сплав по реке был возможен «только при устройстве плотин, очищении и углублении русла реки и проведении гидромелиоративных работ»¹. На р. Голоустной был устроен каскад плотин и дамб [Кравченко и др., 1997, с. 26], позволявших поднимать уровень воды и сплавать вниз по течению спиленный лес. Подготовленный лес судами Восточно-Сибирского речного пароходства доставлялся на лесоперевалочную базу поселка Выдрино на восточном побережье оз. Байкал².

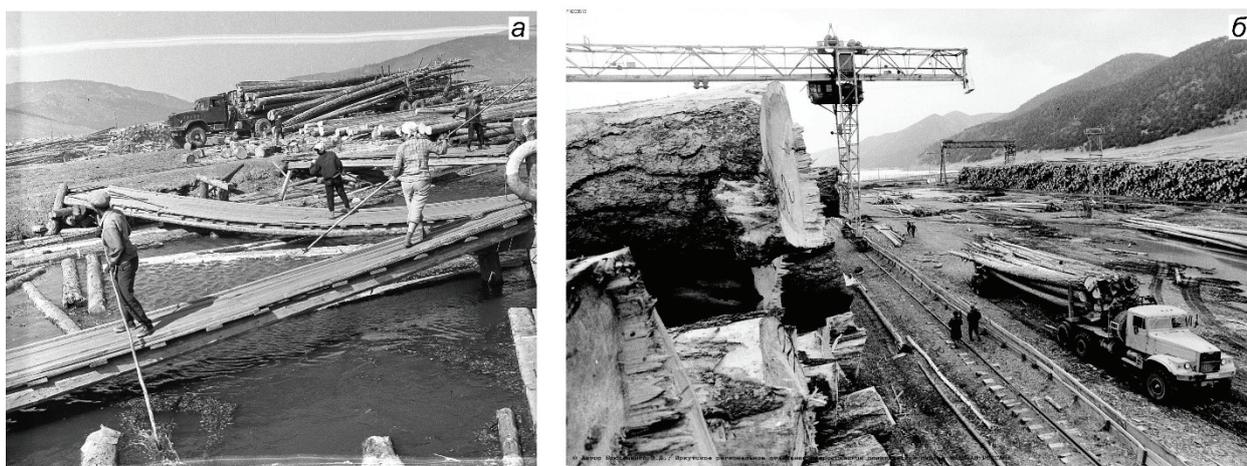


Рис. 3. Лесозаготовительные работы в дельте р. Голоустной³ (а) и транспортировка леса с помощью козловых кранов у канала в пос. Б. Голоустное⁴ (б)

Fig. 3. Logging work in the delta of the Goloustnaya River (a) and transportation of timber using gantry cranes near the canal in the village of B. Goloustnoe (b)

Решением исполнительного комитета Иркутского областного Совета депутатов трудящихся № 377 от 15 июля 1969 г. рр. Голоустная и Бугульдейка были внесены в перечень рек Иркутской области, являющихся местами нереста лососевых и осетровых рыб. Водоохранная лесная полоса по обеим берегам была определена в 1 км⁵.

Постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР от 13 апреля 1987 г. № 434 Большереченский и Бугульдейский леспромхозы были переданы из ведения Министерства лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР в ведение Государственного комитета СССР по лесному хозяйству. На их базе должны были быть созданы «комплексные лесные предприятия по охране, воспроизводству и рациональному использованию лесов» для проведения санитарных рубок, рубок ухода за лесом, обеспечения противопожарной охраны лесов и выполнения других мероприятий по их охране и воспроизводству⁶.

¹ ГАИО. Р-1843. Оп. 1. Д. 398. Л. 19, 47.

² Федотова Г. Указ. соч. С. 3.

³ Лесхоз Байкал. Фото Э. Д. Брюханенко. 1990. ИОГУНБ. FN003481. Электронный ресурс: <https://i.irklib.ru> (дата обращения 14.02.2023).

⁴ Лесхоз Байкал. Фото Э. Д. Брюханенко. 1982. ИОГУНБ. FN003513. Электронный ресурс: <https://i.irklib.ru> (дата обращения 14.02.2023).

⁵ ГАИО. Р-1933. Оп 70Ц. Д. 1381. Л. 26–34.

⁶ Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 13 апреля 1987 г. № 434. НСБ ГАИО. № 27163. С. 8.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

АФС над дельтой р. Бугульдейки проведена 23 мая 2022 г., над дельтой р. Голоустной — 14–15 мая 2021 г. и 17–19 мая 2022 г. В результате для первого участка было получено 2027 фотографий, для второго — 10 744 в 2021 г. и 11 124 в 2022 г. В качестве оборудования использовался квадрокоптер DJI Phantom 4 RTK в комплекте с базовой станцией DJI D-RTK 2. В указанную модель дрона встроен модуль RTK (RealTime Kinematic), который обеспечивает получение данных позиционирования в режиме реального времени с точностью до сантиметра и с минимальной абсолютной погрешностью метаданных изображения. Под приемником RTK расположен модуль спутниковых систем позиционирования, обеспечивающий стабильность полета в местности со слабым сигналом. Совмещение этих двух модулей Phantom 4 RTK способствует оптимизации безопасности полета и получению точных данных для геодезии и прикладных задач картографирования.

Полная площадная съемка производилась в автоматическом режиме. Для этого полетные задания разрабатывались заранее в специализированном приложении «DJI GS RTK Pro». При анализе необходимой точности и пространственного разрешения получаемых результатов, а также с учетом времени, которое было необходимо затратить на проведение работ, нами были выбраны следующие параметры АФС: высота полета коптера — от 110 до 120 м (в зависимости от сложности форм рельефа), максимальная скорость полета — 8,7 м/с, продольное перекрытие между снимками — 80 %, поперечное перекрытие — 70 %. Полетные задания выполнялись в режиме «2D Photogrammetry» (полет по профилям с одинаковым расстоянием между ними и заданным перекрытием) с дополнительным профилем для коррекции высоты (полет из конечной точки задания в центр со съемкой под углом 45°). При выполнении всех полетных заданий, вне зависимости от размера снимаемой площади и линейных размеров участков исследования, базовая станция D-RTK2 в 2022 г. устанавливалась на единственную точку вблизи центра снимаемой площади с фиксацией ее координат, высоты инструмента и установкой маркера на местности. Участки с резкими изменениями форм рельефа и большими перепадами высот снимались в ручном режиме с изменением параметров съемки (высота и скорость) в зависимости от конкретных условий местности.

Для фотограмметрической обработки использовалось программное обеспечение «Agisoft Metashape», где в несколько этапов производились следующие действия¹:

- 1) загрузка фотографий;
- 2) выравнивание фотографий;
- 3) оптимизация выравнивания;
- 4) построение плотного облака точек;
- 5) создание карты высот (цифровой модели местности);
- 6) создание ортофотоплана;
- 7) экспорт полученных результатов.

Полученные результаты экспортировались в форматы GeoTIFF и *.jpeg. В связи с тем, что итоговые цифровые модели местности/рельефа и ортофотопланы занимают очень большие объемы памяти и могут быть получены только на очень производительных вычислительных машинах, экспорт итоговых файлов производился в режиме создания отдельных тайлов.

¹ Руководство пользователя Agisoft Metashape: Standard Edition, версия 1.7. Электронный ресурс: https://www.agisoft.com/pdf/metashape_1_7_ru.pdf (дата обращения 10.02.2023).

Для выявления следов антропогенной деятельности применялся визуальный метод дешифрирования материалов [Богомолов, 1976; Chandra, Ghosh, 2006] в геоинформационных системах «Global Mapper» и «QGIS».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным беспилотной АФС впервые были построены ортофотопланы и ЦММ дельт рр. Голоустной и Бугульдейки (рис. 1). Эти материалы представляют собой уникальные основы для детального анализа земной поверхности с целью получения новых знаний об основных закономерностях строения и развития окружающей среды, в т. ч. под влиянием деятельности человека. Площадь съемки дельты р. Голоустной охватывает 15,7 км²; пространственное разрешение полученных материалов — от 2,96 до 3,02 см/пикс. Итоговый ортофотоплан для конуса выноса р. Бугульдейки имеет площадь 1,977 км², пространственное разрешение — 2,98 см/пикс. Точность итоговых материалов оценивается автоматически в программе «Agisoft Metashape». Небольшие различия в пространственном разрешении дельты р. Голоустной связаны с участками, для которых съемка выполнялась вручную и точное соблюдение одинаковых параметров не представляется возможным.

Следы поселений и сельскохозяйственной деятельности

Следы ранних поселений и сельскохозяйственной деятельности прошлого века отчетливо наблюдаются на материалах АФС дельты р. Голоустной (рис. 4). Современный пос. Большое Голоустное расположен в ее юго-западной части. Остальная территория не заселена и визуально представляет собой местность с водно-болотными угодьями, дельтово-лугово-степной и дельтово-степной растительностью [Макаров и др., 2019]. Исключение составляют турбаза и небольшое фермерское хозяйство с левой стороны реки.

При дешифрировании ортофотоплана и ЦММ в северной части дельты р. Голоустной, на левобережье крайней с севера пересыхающей временами протоки, были обнаружены многочисленные округлые углубления глубиной от 0,2 до 1,35 м и диаметром от 2,1 до 9,8 м, группирующиеся на поверхности в два скопления (рис. 4, 5). Одно из них имеет протяженность ~1 км, второе ~700 м. При внимательном рассмотрении выяснилось, что некоторые углубления содержат остатки бревен старых домов и современный мусор. Наземные наблюдения подтвердили наши предположения, что данные выемки представляют собой следы фундаментов и подпольев домов (рис. 5 д). Таким образом, с северной стороны дельты между склонами Приморского хребта и левобережьем крайней северной протоки были расположены населенные пункты, которые при объединении не уступали бы по площади современному пос. Большому Голоустному. В действительности обнаруженные скопления выемок оказались улусами Заречным и Подкаменным, которые показаны на листе 2-В атласа оз. Байкал 1908 г. [Дриженко, 1908]. По сведениям [Кравченко и др., 1997, с. 17] улусы были образованы первыми современными поселенцами — бурятами, которые в 80-х гг. XVII откочевали на берег оз. Байкал.

Севернее предполагаемых деревень и на правом берегу р. Голоустной обнаружены следы возможных пашенных и покосных земель (рис. 4, 6). По крайней мере, они были названы «следами распашки» в работе [Макаров и др., 2019]. Сельскохозяйственные угодья общей площадью 129 га, 114 га из которых на севере дельты, довольно хаотично примыкают друг к другу и по рисунку борозд представлены двумя типами. В первом ширина борозд 0,3–0,4 м, что не вызывает сомнения в идентификации огородов. Их длина — 80–150 м, ширина — 60–100 м. Во втором — протяженные валы шириной 6–12 м чередуются с линейными понижениями шириной 5–6 м и глубиной в среднем 0,3–0,4 м. Размеры таких участков в среднем 60 × 80 м.

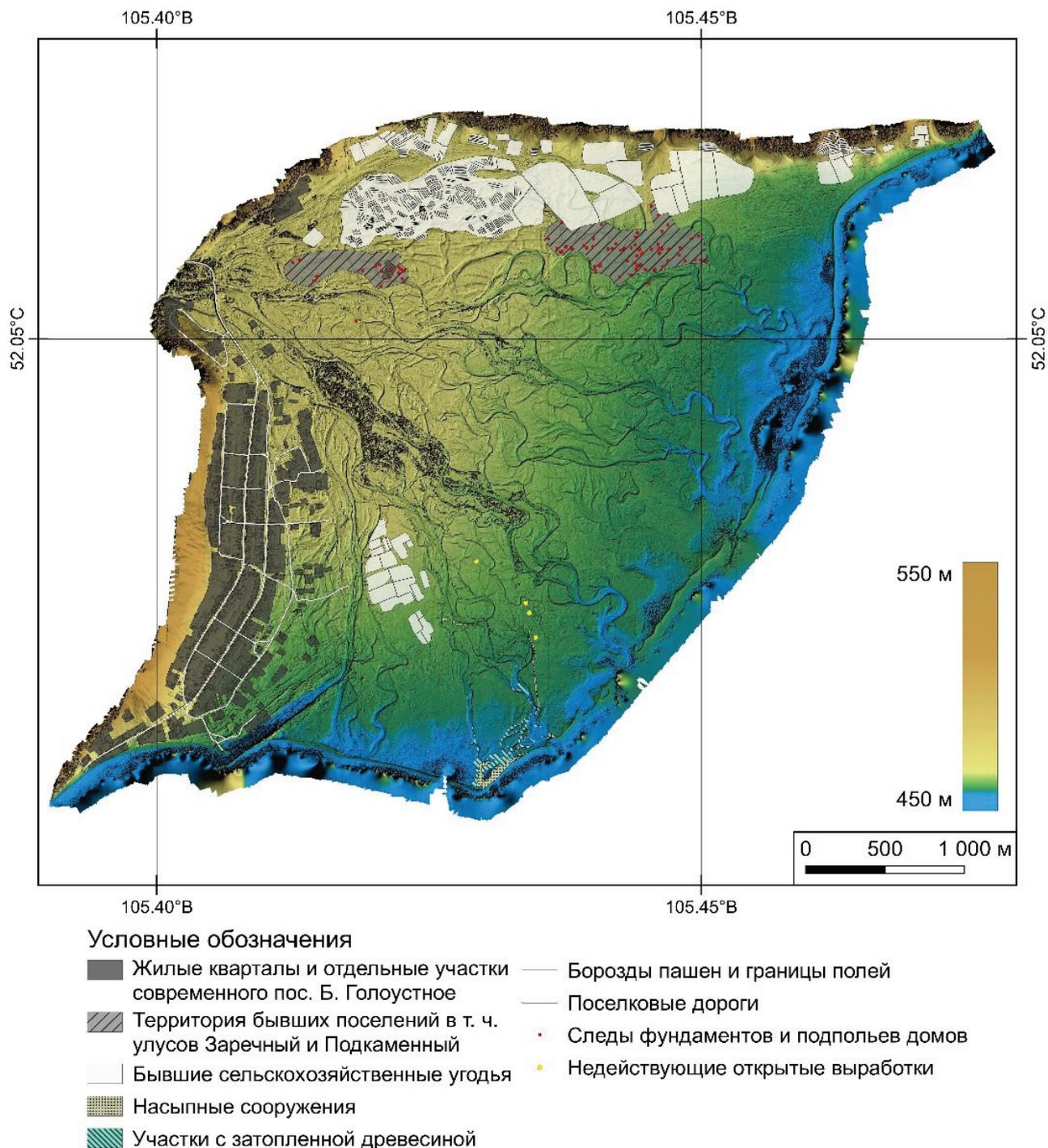
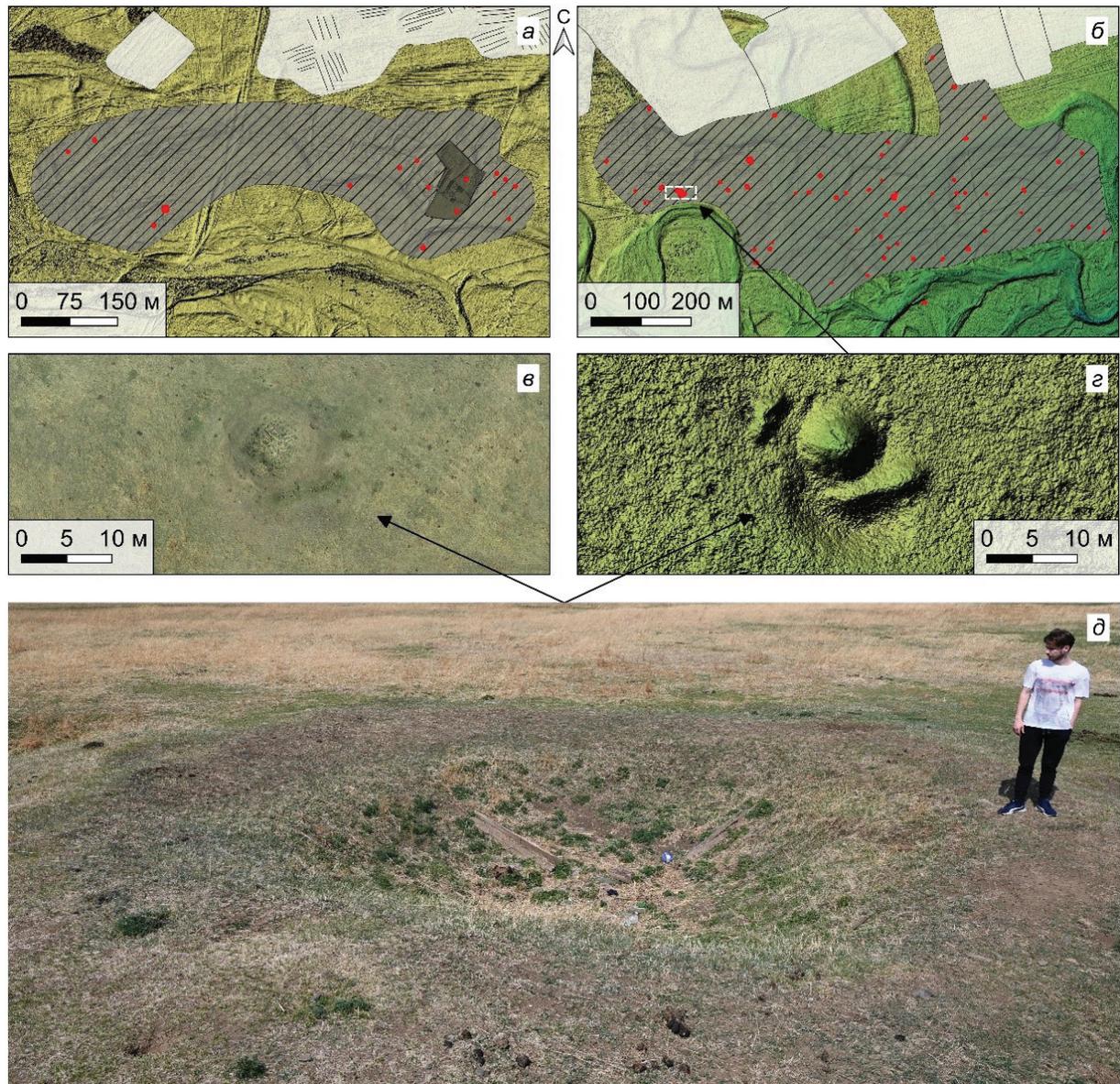


Рис. 4. ЦММ дельты р. Голоустной со следами антропогенной деятельности советского периода по данным съемки мая 2022 г.

Fig. 4. DSM of Goloustnaya River delta with traces of anthropogenic activity of Soviet-era according to aerial photography of May 2022



Условные обозначения

- | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| | Жилые кварталы и отдельные участки современного фермерского хозяйства | | Бывшие сельскохозяйственные угодья |
| | Территория бывших поселений в т. ч. улусов Заречный и Подкаменный | | Следы фундаментов и подпольев домов |
| | | | Борозды пашен и границы полей |

Рис. 5. Следы фундаментов и подпольев домов, существовавших до 1958 г.: а — на ЦММ в месте улуса Заречного; б — на ЦММ в месте улуса Подкаменного; в — на увеличенном фрагменте ортофотоплана; г — на увеличенном фрагменте ЦММ; д — на местности
 Fig. 5. Traces of the foundations and undergrounds of houses that existed before 1958: а — on the DSM in the place of the Zarechny ulus; б — on the DSM in the place of the Podkamenny ulus; в — on an enlarged fragment of the orthomosaic; г — on an enlarged fragment of DSM; д — in situ

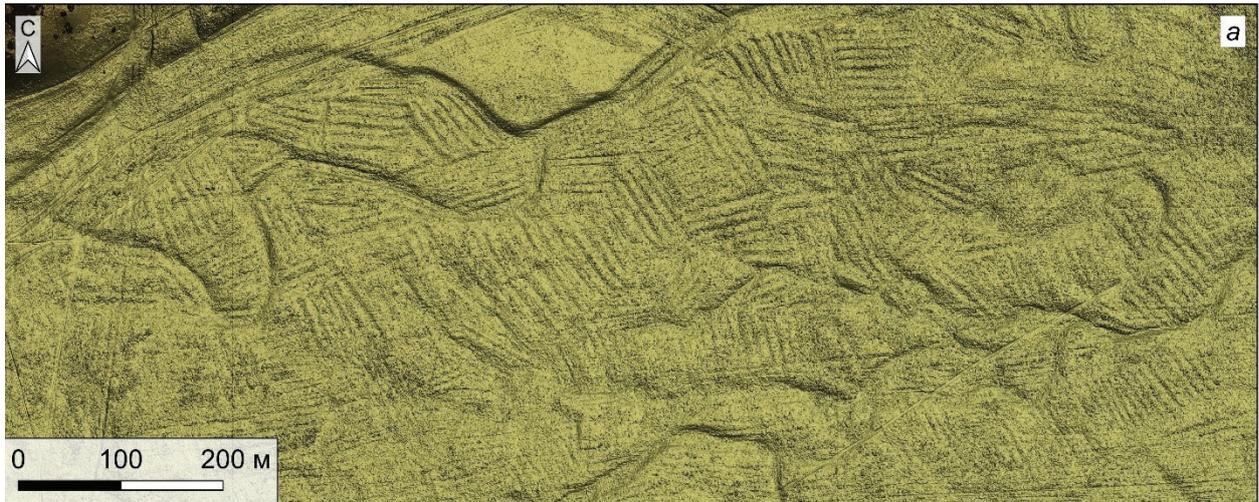


Рис. 6. Следы возможных пашенных и покосных земель на ЦММ (участки см. на рис. 1)
 Fig. 6. Traces of possible farmlands on DSM (look for location in fig. 1)

Согласно атласу [Дриженко, 1908] в дельте р. Голоустной существовало еще несколько улусов. В начале 1950-х гг. они были ликвидированы¹. Из различных архивных описаний и ретроспективных анализов хозяйственного освоения дельты р. Голоустной неясно, где территориально располагались сельскохозяйственные угодья и колхоз «Путь к коммунизму». Последний распался в 1958 г. и передан в с. Урик². Известно, что земли, которыми владел позднее существовавший там колхоз, переданы Прибайкальскому национальному парку при его создании. Таким образом, весьма вероятно, что наблюдаемые по данным АФС деформации почв и есть сельскохозяйственные угодья 30–50 гг. XX в.

Следы лесозаготовительной деятельности

С точки зрения образовательных мероприятий, туризма и экологии заслуживают внимание следы, связанные с деятельностью леспромхозов в дельтах рек Бугульдейки и Голоустной. На ЦММ и ортофотопланах они представлены выпаханнми транспортом и бревнами отпечатками на земной поверхности. Особенно ярко линейные следы выражены у порта в с. Бугульдейке протяженностью 550–560 м, где сохранились остатки шпал и трассы рельсов, по которым перемещались козловые краны (рис. 7). Расстояние между ними с северо-запада на юго-восток составляет 40, 13 и 32 м. Всего на изображениях с квадрокоптера отчетливо видны 4 полосы для крановых рельс шириной около 3 м. Им соответствуют валы шириной до 6,5–12 м и высотой до 1 м.

В дельте р. Голоустной треки от рельсов сохранились слабее. На ЦММ вдоль канала у нынешней лодочной станции с высоты можно различить аналогичные бугульдейским полосы протяженностью ~825 м, упирающиеся в пересохшее русло реки (рис. 8). Сегодня следы практически стерты последующим техногенным воздействием, но имеется примечательная фотография 1982 г., отражающая масштабы производственной деятельности советского периода (рис. 3 б).

¹ Голоустенское муниципальное образование. История. Электронный ресурс: http://goloustnenskoe-mo.ru/o_poselenii/istoriya (дата обращения 12.02.2023).

² Нижний Кочергат. Записи сообщества. Электронный ресурс: https://vk.com/wall-46822461_117 (дата обращения 12.02.2023).

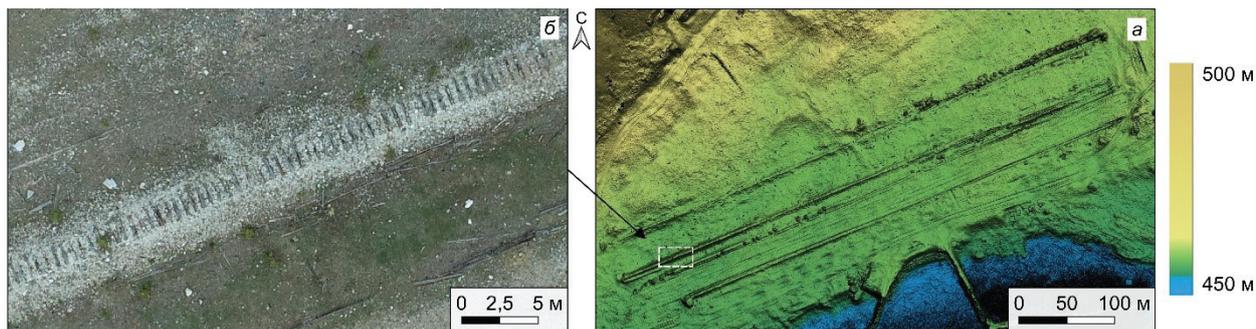


Рис. 7. Остатки шпал на ортофотоплане (а) и трассы рельсов для козловых кранов на ЦММ (б) у старого порта в дельте р. Бугульдейка (участки см. на рис. 1)
 Fig. 7. The remains of the sleepers on the orthomosaic (a) and the railtracks for gantry cranes on the DSM (b) near the old port in the delta of the Buguldeyka River (look for location in fig. 1)

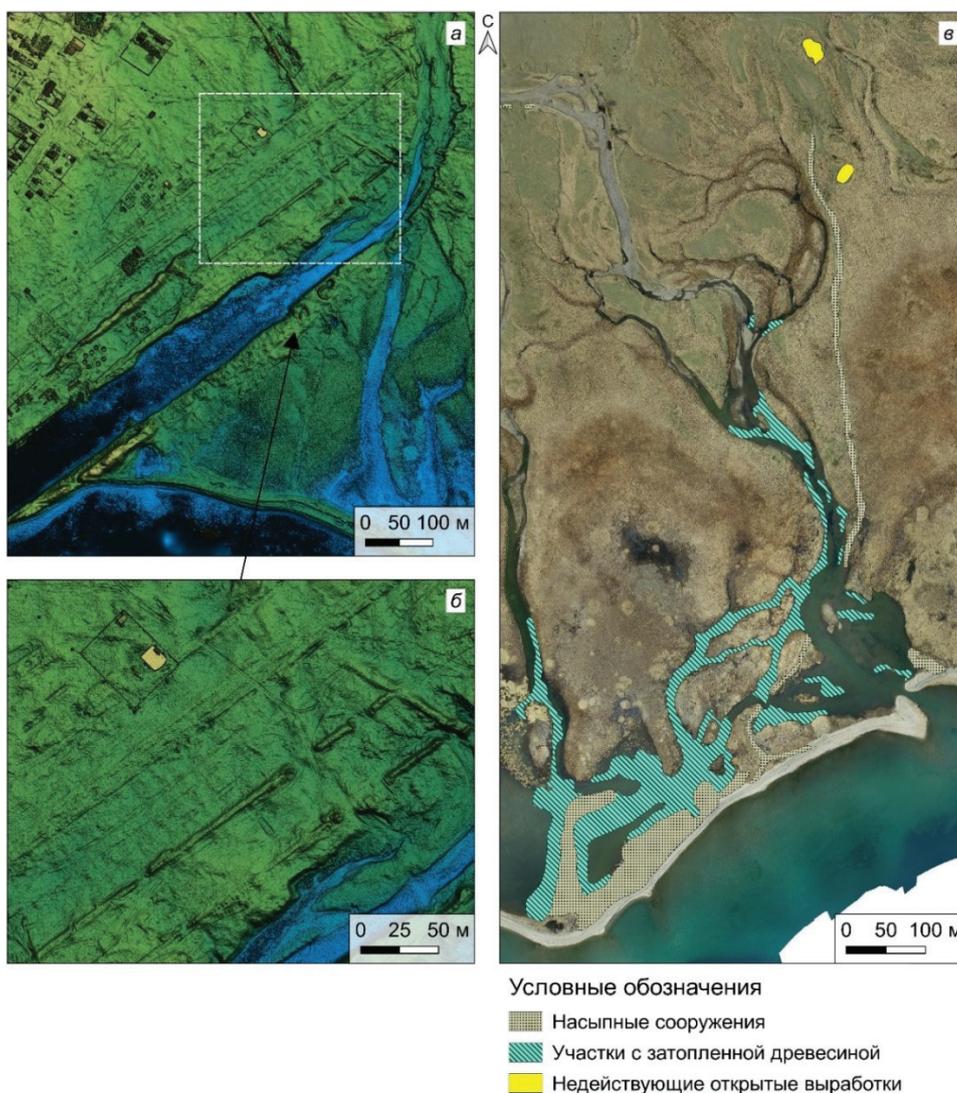


Рис. 8. Трассы рельсов для козловых кранов на ЦММ (а, б) и другие следы антропогенной деятельности советского периода (в) в дельте р. Голоустной (участки см. на рис. 1)
 Fig. 8. Traces of railtracks for gantry cranes on DSM (a, b) and other anthropogenic activities of the Soviet-era in the delta of the Goloustnaya River (look for location in fig. 1)

Кроме того, в устьях рек сохранились многочисленные насыпные пристани (рис. 8–9) и дороги через болото, построенные для транспортировки леса. При дешифрировании аэрофотоматериалов по краю дельты р. Голоустной были обнаружены выработки, из которых брался грунт, а также искусственные возвышения высотой 4–4,4 м, расположенные на насыпях, примыкающих к намывным косам. На одной из таких возвышенностей, сформированной в ходе дноуглубительных работ 1958 г., был расположен маяк, который и сейчас различим на ортофотоплане приустьевой части дельты р. Голоустной (рис. 9).

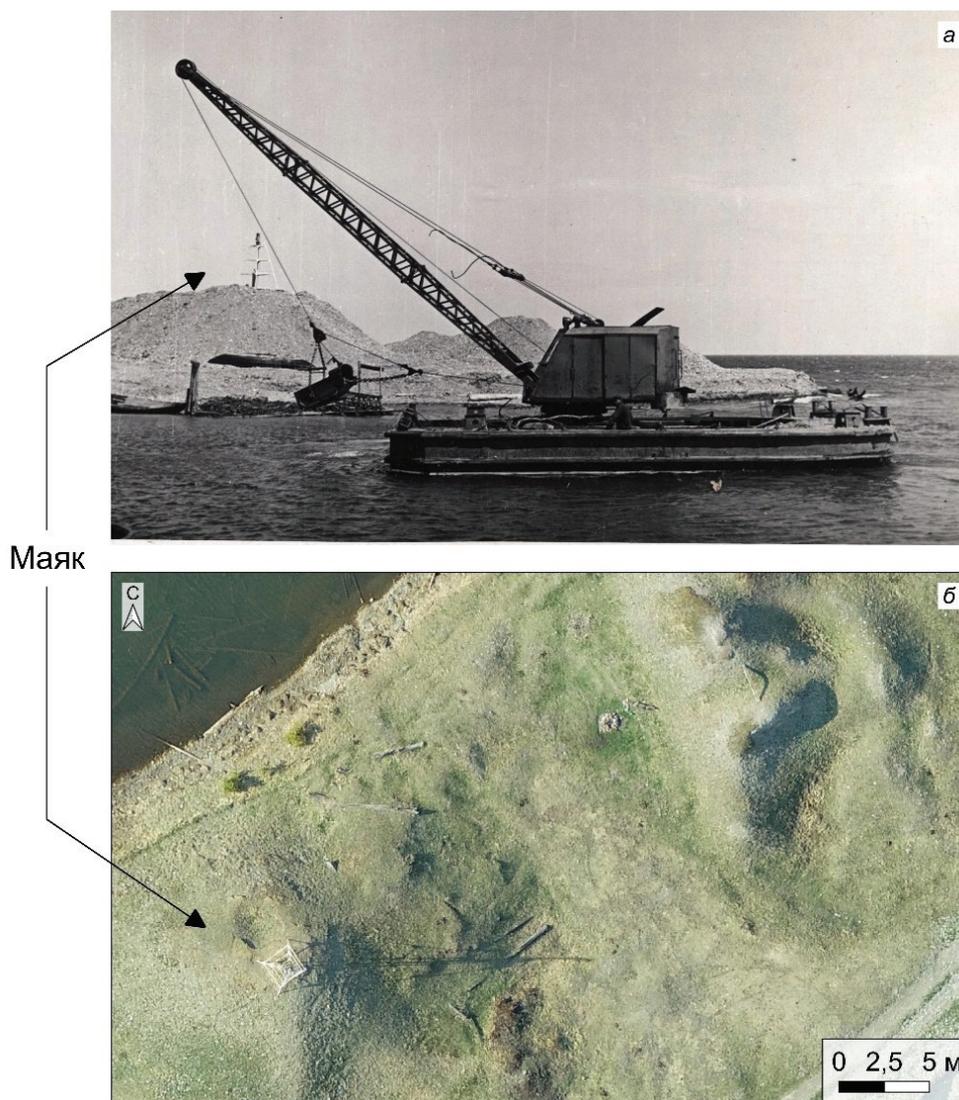


Рис. 9. Искусственные возвышения с маяком, сформированные при дноуглубительных работах экскаватором с понтона в 1958 г.¹ (а) и фрагмент ортофотоплана с насыпными сооружениями и тем же маяком на окраине дельты р. Голоустной в 2022 г. (см. положение участка на рис. 1)

Fig. 9. Artificial elevations with a lighthouse formed during dredging by an excavator from a pontoon in 1958 (a) and a fragment of orthomosaic with banked ground and the same lighthouse on the edge of the Goloustnaya River delta in 2022 (look for location in fig. 1)

¹ ГАИО. Р-2746. Оп. 4. Д. 45. Л. 15 об.

Определенной экологической проблемой, вероятно, следует считать остатки леса в приустьевой части рассматриваемых рек. Так, между намывными косами и берегом, а также в некоторых устьях русел р. Голоустной, расположенных западнее и частично пересохших на момент майской съемки 2022 г., до сих пор в большом количестве сохранились затопленные бревна (рис. 10). Встречаются также шины от больших автомобилей. В районе дельты р. Бугульдейки затопленный лес находится в основном в искусственном затоне у старого порта, где ранее шла погрузка леса для транспортировки в пос. Выдрино (рис. 11).

Отдельные бревна встречаются на суше и по берегу. По данным АФС в случае очистительных мероприятий места их распространения могут быть точно обозначены на картографической основе.



Рис. 10. Затопленные бревна в руслах и заводях в дельте р. Голоустной (см. положение участка на рис. 1)

Fig. 10. Flooded logs in waterway and backwaters in the Goloustnaya River delta (look for location in fig. 1)

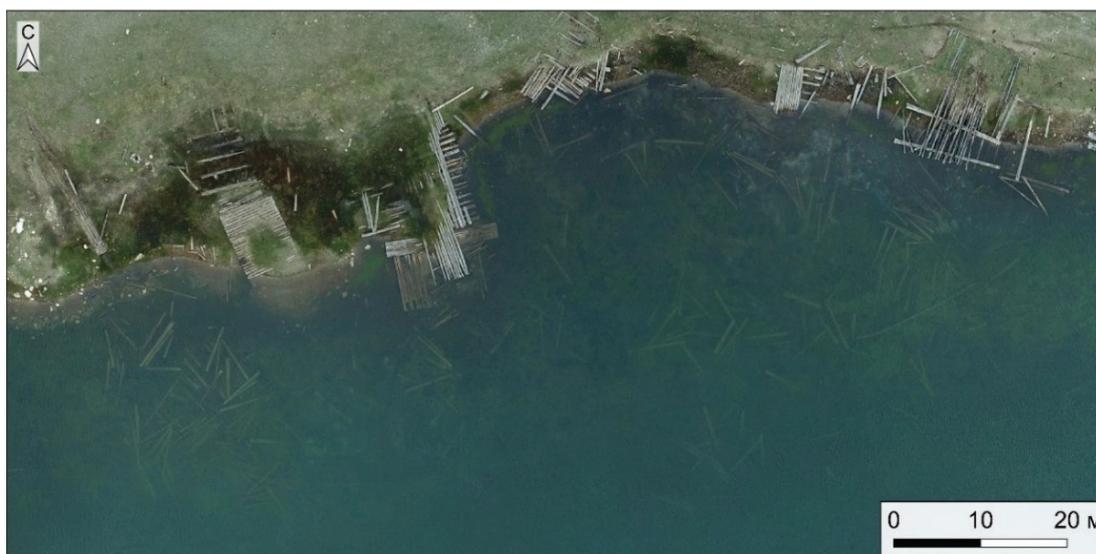


Рис. 11. Затопленные бревна в искусственном затоне у старого порта в дельте р. Бугульдейки (см. положение участка на рис. 1)

Fig. 11. Flooded logs in artificial backwater near the old port in the Buguldeyka River delta (look for location in fig. 1)

ВЫВОДЫ

В результате проведенных работ нами совмещены уникальные возможности АФС сверхвысокого разрешения и исторические сведения, которые позволили картографировать и идентифицировать следы антропогенного воздействия на территориях дельт рр. Бугульдейки и Голоустной на западном побережье оз. Байкал. До настоящей работы четких графических представлений об уже несуществующих объектах советского периода не было. На страницах различных официальных и неофициальных веб-порталов имеются лишь описания, где зачастую нет ссылок, откуда были взяты сведения.

В ходе настоящего исследования:

- 1) определены границы сельскохозяйственных угодий 30–50 гг. прошлого века, принадлежащих колхозу советского периода времени;
- 2) обнаружены многочисленные углубления рельефа, соответствующие постройкам улусов Заречного и Подкаменного, существовавших с прошлых веков до 1958 г.;
- 3) идентифицированы на земной поверхности следы масштабных лесозаготовительных работ и положение козловых кранов, мосты которых установлены на опоры, перемещающиеся по рельсам;
- 4) выявлены места скопления затонувшего леса у берегов оз. Байкал и в некоторых руслах р. Голоустной.

В практическом плане полученные данные могут быть использованы в исторических реконструкциях, например, при создании макетов обустройства дельт в советский период времени для региональных музеев в современных поселках и визит-центрах Прибайкальского национального парка. Результаты могут быть также полезны в экологических изысканиях, совмещенных с добычей древесины с целью очищения дна водоемов. Мореная древесина представляет собой особую ценность, если она пролежала несколько десятков лет под толщей отложений. Для этих целей, однако, нужны специальные исследования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-00064, <https://rscf.ru/project/22-27-00064/>.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by Russian Science Foundation grant 22-27-00064, <https://rscf.ru/project/22-27-00064/>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атутова Ж.В. Ретроспективный анализ хозяйственного освоения долинных комплексов рек, впадающих в оз. Байкал (на примере бассейна р. Голоустная). *Природа внутренней Азии*, 2018. № 3 (8). С. 7–16. DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-7-16.

Богомолов Л.А. Дешифрирование аэрокосмоснимков. М.: Недра, 1976. 145 с.

Дриженко Ф.К. Атлас озера Байкал. СПб.: Изд. Глав. гидрогр. упр., 1908. 31 л. (две сборные карты).

Кравченко В.В., Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. и др. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Бассейн р. Голоустной. Иркутск, Ганновер: ИГ СО РАН, 1997. 96 с.

Макаров С.А., Белозерцева И.А., Власова Н.В., Воробьева И.Б., Гагаринова О.В., Опекунова М.Ю. Исследование устьевых зон притоков озера Байкал (на примере реки Голоустная). Успехи современного естествознания, 2019. № 9. С. 65–72.

Федотова Г. Аварийная древесина у берегов. Ленинское знамя, 1982. 10 августа. № 97(5624). С. 3.

Calantropio A., Chiabrando F., Auriemma R. Photogrammetric underwater and UAS surveys of archaeological sites: the case study of the Roman Shipwreck of Torre Santa Sabina. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2021. V. XLIII-B2-2021XXIV. P. 643–650. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-643-2021.

Chandra A.M., Chosh S.K. Remote sensing and geographical informational system. Alpha Science, 2006. 298 p.

Cheng Z., Gong W., Tang H., Juang C.H., Deng Q., Chen J., Ye X. UAV photogrammetry-based remote sensing and preliminary assessment of the behavior of a landslide in Guizhou, China. Eng. Geol., 2021. V. 289. P. 106172. DOI: 10.1016/j.enggeo.2021.106172.

Liu-Zeng J., Yao W., Liu X., Shao Y., Wang W., Han L., Wang Y., Zeng X., Li J., Wang Z., Liu Z., Tu H. High-resolution structure-from-motion models covering 160 km-long surface ruptures of the 2021 MW 7.4 Madoi earthquake in northern Qinghai-Tibetan Plateau. Earthquake Res. Adv. 2, 2022. V. 2. No. 2. P. 100140. DOI: 10.1016/j.eqrea.2022.100140.

Lunina O.V., Gladkov A.A. The rupturing phenomena in the deltaic deposits of Cape Rytyi on the Northwestern shore of Lake Baikal. Russian Geology and Geophysics, 2022. V. 63. No. 2. P. 125–136. DOI: 10.2113/RGG20204270.

Tmušić G., Manfreda S., Aasen H., James M.R., Gonçalves G., Ben-Dor E., Brook A., Polinova M., Arranz G.G., Mészáros J., Zhuang R., Johansen K., Malbeteau Y., De Lima I.P., Davids G., Herban S., McCabe M.F. Current Practices in UAS-based Environmental Monitoring. Remote sensing, 2020. V. 12. P. 1–35. DOI: 10.3390/rs12061001.

REFERENCES

Atutova Z.V. Backcasting of the economic development of valley complexes of rivers discharging into Lake Baikal (case study of Goloustnaya River's basin). Nature of Inner Asia, 2018. No. 3 (8). С. 7–16 (in Russian). DOI: 10.18101/2542-0623-2018-3-7-16.

Bogomolov L.A. Interpretation of aerospace images. M.: Nedra, 1976. 145 pp. (in Russian).

Calantropio A., Chiabrando F., Auriemma R. Photogrammetric underwater and UAS surveys of archaeological sites: the case study of the Roman Shipwreck of Torre Santa Sabina. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2021. V. XLIII-B2-2021XXIV. P. 643–650. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-643-2021.

Chandra A.M., Chosh S.K. Remote sensing and geographical informational system. Alpha Science, 2006. 298 p.

Cheng Z., Gong W., Tang H., Juang C.H., Deng Q., Chen J., Ye X. UAV photogrammetry-based remote sensing and preliminary assessment of the behavior of a landslide in Guizhou, China. Eng. Geol., 2021. V. 289. P. 106172. DOI: 10.1016/j.enggeo.2021.106172.

Drizhenko F.K. Atlas of the Lake Baikal. Glavnoe Gidrograficheskoe Upravlenie. St. Petersburg, 1908 (in Russian).

Fedotova G. Emergency timber off the coast. Leninskoe znamya (Lenin banner), 1982. 10 August. No. 97 (5624). P. 3 (in Russian).

Liu-Zeng J., Yao W., Liu X., Shao Y., Wang W., Han L., Wang Y., Zeng X., Li J., Wang Z., Liu Z., Tu, H. High-resolution structure-from-motion models covering 160 km-long surface ruptures of the 2021 MW 7.4 Madoi earthquake in northern Qinghai-Tibetan Plateau. *Earthquake Res. Adv.* 2, 2022. V. 2. No. 2. P. 100140. DOI: 10.1016/j.eqrea.2022.100140.

Kravchenko V.V., Volkova V.G., Davydova N.D. et al. Environmentally oriented land use planning in the Baikal region. Basin of the Goloustnaya River. Irkutsk, Hannover: IG SB RAS, 1997. 96 p. (in Russian).

Lunina O.V., Gladkov A.A. The rupturing phenomena in the deltaic deposits of Cape Rytyi on the Northwestern shore of Lake Baikal. *Russian Geology and Geophysics*, 2022. V. 63. No. 2. P. 125–136. DOI: 10.2113/RGG20204270.

Makarov S.A., Belozertseva I.A., Vlasova N.V., Vorobyeva I.B., Gagarinova O.V., Opekunova M. Yu. Research of estuarial zones of inflows of Lake Baikal (on the example of the Goloustnaya River). *Advances in current natural sciences*, 2019. No. 9. P. 65–72 (in Russian).

Tmuši'c G., Manfreda S., Aasen H., James M.R., Gonçalves G., Ben-Dor E., Brook A., Polinova M., Arranz G.G., Mészáros J., Zhuang R., Johansen K., Malbeteau Y., De Lima I.P., Davids G., Herban S., McCabe M.F. Current Practices in UAS-based Environmental Monitoring. *Remote sensing*, 2020. V. 12. P. 1–35. DOI: 0.3390/rs12061001.
