

Научная статья

УДК 504.064

doi: 10.34987/2712-9233.2025.49.99.001

Мониторинг загрязнения береговой линии озера Иссык-Куль с помощью БАС и нейросетевых технологий

¹Марианна Борисовна Шмырева

¹Сергей Валерьевич Бабенышев

²Роман Васильевич Моськин

¹ Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

² Русское географическое общество, Москва, Россия

Автор ответственный за переписку: Марианна Борисовна Шмырева, mariannaforme@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается применение беспилотных авиационных систем (БАС) и нейронной сети «Чистый берег» для мониторинга загрязнения бытовым мусором побережья озера Иссык-Куль. Описываются: методика аэрофотосъёмки, результаты тестирования модели по распознаванию отходов с различных высот и перспективы внедрения технологии для создания системы оперативного контроля за экологическим состоянием прибрежных зон.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, беспилотные авиационные системы, нейронные сети, загрязнение береговой линии, пластиковые отходы, озеро Иссык-Куль, «Чистый берег».

Для цитирования: Шмырева М.Б., Бабенышев С.В., Моськин Р.В. Мониторинг загрязнения береговой линии озера Иссык-Куль с помощью БАС и нейросетевых технологий // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2025. № 3(19). С 49-52. [https://doi.org/ 10.34987/2712-9233.2025.49.99.001](https://doi.org/10.34987/2712-9233.2025.49.99.001)

Monitoring of the coastline pollution of Lake Issyk-Kul using BAS and neural network technologies

¹Marianna B. Shmyreva

¹Sergey V. Babenyshev

²Roman V. Moskin

¹Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

²Russian Geographical Society, Moscow, Russia

Corresponding author: Marianna B. Shmyreva, mariannaforme@gmail.com

Abstract. The article discusses the use of unmanned aerial systems (UAS) and the neural network "Clean Coast" for monitoring household waste pollution on the shores of Lake Issyk-Kul. The article describes the aerial photography technique, the results of testing the model for waste detection from various heights, and the prospects for implementing the technology to create a system for operational control of the environmental condition of coastal zones.

Keywords: environmental monitoring, UAVs, neural networks, coastline pollution, plastic waste, Lake Issyk-Kul, "Clean Coast".

For citation: Shmyreva M.B., Babenyshev S.V., Moskin R.V. Monitoring of Lake Issyk-Kul Shoreline Pollution Using BAS and Neural Network Technologies // Actual Problems of Safety in the Technosphere 2025. No. 3 (19). P. 49-52. [https://doi.org/ 10.34987/2712-9233.2025.49.99.001](https://doi.org/10.34987/2712-9233.2025.49.99.001)

Загрязнение водных акваторий пластиковыми и другими бытовыми отходами представляет собой глобальную экологическую проблему, особенно острую для прибрежных районов. Традиционные методы мониторинга, основанные на визуальной оценке, требуют значительных человеческих ресурсов, временных затрат и носят субъективный характер. Внедрение инновационных подходов, таких как использование беспилотных летательных аппаратов (БАС) и технологий компьютерного зрения, позволяет автоматизировать процесс, обеспечивая сбор объективных количественных данных. Такие данные критически важны как для фундаментальных исследований источников и путей распространения загрязнений, так и для практических задач – планирования очистных мероприятий и оценки их эффективности.

Исследование выполнено в рамках экспедиции Русского географического общества по маршруту Петра Семенова-Тян-Шанского, целью которой в том числе стала апробация новейших технологий для оценки антропогенной нагрузки на уникальные природные объекты. В основе исследования лежит подход, разработанный в рамках проекта «Чистый берег», реализованного консорциумом в составе Дальневосточного федерального университета, Кроноцкого заповедника, Центра технологий для общества Yandex Cloud и Школы анализа данных Яндекса [1]. Результатом проекта стала нейронная сеть, способная распознавать на фотографиях определённые виды мусора и оценивать его массу и объем.

Целью настоящего исследования является проверка возможностей нейросети «Чистый берег» на побережье озера Иссык-Куль и оценка перспектив её дообучения для распознавания мелкого бытового мусора.

Полевые работы проводились на северо-западном побережье озера Иссык-Куль, в районе села Тору-Айгыр, представляющем собой песчаную пляжную зону курортного назначения. Было обследовано около 2 км береговой линии. Съёмка осуществлялась с помощью БАС DJI Mavic 4 Pro. Для анализа влияния масштаба на качество распознавания было сделано порядка 500 фотографий с высот от 20 до 80 метров.

Основные задачи исследования сводились к определению возможности идентификации мелкого бытового мусора нейросетью «Чистый берег» в условиях озера Иссык-Куль и выявления оптимальной высоты аэрофотосъёмки для эффективного распознавания отходов.

Обработка полученных снимков нейросетью «Чистый берег» показала следующие результаты:

1) Наиболее эффективное распознавание мусора наблюдалось в диапазоне высот от 30 до 70 метров. Съёмка с высоты 20 метров оказалась менее эффективной, так как модель оптимизирована для работы с большим охватом территории (Рисунок 1).

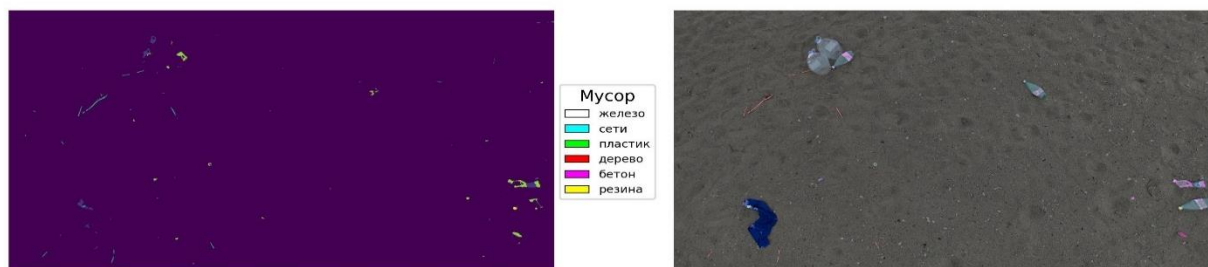


Рис.1. Определение мусора на побережье озера Иссык-Куль, высота 20 м

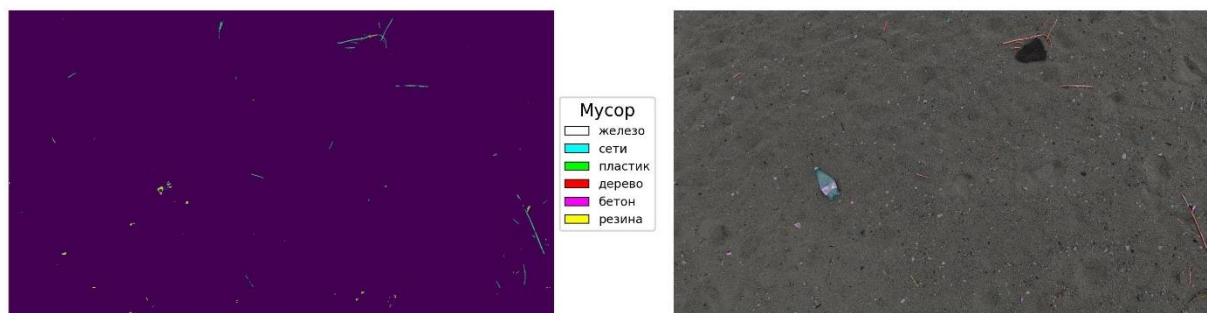


Рис.2. Определение мусора на побережье озера Иссык-Куль, высота 30 м

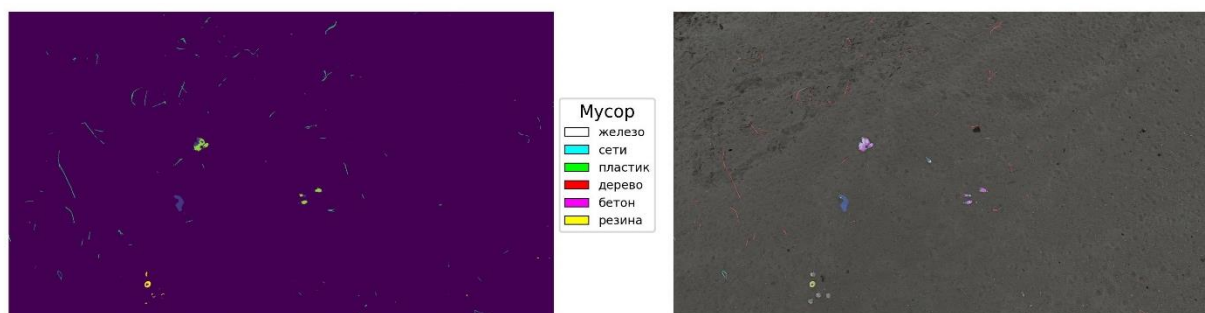


Рис.3. Определение мусора на побережье озера Иссык-Куль, высота 50 м

2) Качество распознавания напрямую зависело от условий освещённости. Яркий солнечный свет повышал точность детекции объектов.

3) Наибольшие трудности у модели вызвало различие категорий «пластик» и «резина». Пластиковые объекты часто классифицировались как резиновые. Также наблюдались ложные срабатывания на природные объекты – корни растений, ветки и палки, которые нейросеть принимала за мусор (Рисунки 1-3).

Полученные данные указывают на необходимость дополнительного обучения модели на датасете, специфичном для региона Иссык-Куль, с целью улучшения классификации и снижения количества ошибок.

Проведенное исследование подтвердило принципиальную возможность использования связки «БАС + нейросеть» для мониторинга загрязнения береговой линии. В качестве дальнейшего шага исследований предлагается интегрировать результаты работы модели в геоинформационную платформу NextGIS. Это позволит автоматически наносить результаты распознавания на карту в виде отдельного слоя, привязывая распознанные объекты к геокоординатам.

Такое решение откроет возможности для:

- 1) оперативного планирования уборочных работ: точечное формирование бригад волонтеров для очистки наиболее загрязнённых участков;
- 2) мониторинга в режиме близком к реальному времени;
- 3) выявление несанкционированных свалок;
- 4) количественной оценки загрязнения
- 5) расчёт площади, объёма и массы мусора для оценки необходимых ресурсов на его сбор и вывоз.

Таким образом, сочетание технологий БАС и искусственного интеллекта представляет собой мощный инструмент для перехода от эпизодических субботников к системной и эффективной стратегии управления отходами на уникальных природных объектах, каким является озеро Иссык-Куль.

Список источников

1. «Чистый берег»: как нейросеть в облаке помогает с уборкой побережья Камчатки и Арктики. Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/yandex/articles/901844/> Дата обращения 14.08.2025.

2. Шпеньков, А. В. Использование беспилотных авиационных систем в системе МЧС России (на примере Красноярского края) / А.В. Шпеньков, М.Е. Баранько, И.М. Кручинина // Вестник научных конференций. – 2021. – № 11-2(75). – С. 142-146. – EDN CNKRZB

Информация об авторах

М.Б. Шмырева – кандидат экономических наук, доцент
С.В. Бабенышев – кандидат физико-математических наук, доцент
Р.В. Моськин – кандидат географических наук

Information about the author

M.B. Shmyreva – PhD in Economics
S.V. Babenyshev – PhD in Physics and Mathematics
R.V. Moskin – PhD in Geography

Статья поступила в редакцию 01.09.2025; одобрена после рецензирования 10.09.2025; принята к публикации 25.09.2025.

The article was submitted 01.09.2025, approved after reviewing 10.09.2025, accepted for publication 25.09.2025.