

науч.- практ. конф., (27–28 апреля 2023г.) в 2 т. Т 1/ отв. ред. С.Д. Погорелова, Тюмень: ТИУ, 2023- с. 60 – 63.

4. Asmykovich, I., Pyzhkova, O., Borkovskaya, I. Distance learning and training for students from Belarus // IT and Educational Analytics 2024, 1(2), 14-22. <https://doi.org/10.31110/ITandEA-v.2024.v2.02>.

УДК 528.88:504.064

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БВС В ЗАДАЧАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ РИСКА ДЕГРАДАЦИИ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.И. АФАНАСЬЕВА

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Санкт-Петербург, Россия

Прибрежные территории относятся к наиболее уязвимым природным объектам, на которые воздействуют как природные процессы (абразия, подтопления и заиливание), так и антропогенные факторы (урбанизация и строительство) [1-2]. Традиционные методы контроля основаны на натурных обследованиях и не обеспечивают достаточной оперативности и пространственного охвата [3]. В этих условиях возрастает значение беспилотных воздушных систем (БВС), оснащенных оптическими камерами и лидарами. Их применение в сочетании с цифровыми моделями рельефа (ЦМР) и методами искусственного интеллекта открывает возможности для автоматизации экологического контроля и количественной оценки риска деградации прибрежных территорий [4-5].

Исследование опирается на интеграцию ЦМР набора «ArcticDEM» [6], а также результатов воздушного лазерного сканирования с БВС. Дополнительно учитывались метеорологические данные. Обработка выполнялась в разработанном программном комплексе на Python (см. рис. 1), включающем фильтрацию облаков точек, нормализацию данных и морфометрический анализ (уклон, шероховатость, высота) [7-8]. Для зонирования применялись алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта – деревья решений, методы кластеризации и нейросетевые подходы. В качестве интегрального показателя использовался индекс прибрежной уязвимости [9], учитывающий геоморфологию, динамику береговой линии, уровень моря и гидрометеорологические параметры.

В результате были построены цифровые модели рельефа прибрежной зоны Финского залива с высоким пространственным разрешением. Автоматизированное зонирование позволило выделить территории с низким, средним и высоким уровнем риска деградации. Наиболее уязвимыми оказались низменные урбанизированные участки, подверженные подтоплению, эрозионным процессам и техногенному воздействию [9]. Сопоставление результатов с данными натурных обследований подтвердило корректность предложенной методики, совпадение выделенных зон риска составило более 80 %.

Предложенный подход обладает рядом преимуществ, а именно, обеспечивает высокую детализацию данных, возможность многократного повторного контроля и автоматизацию обработки больших массивов информации. Использование методов искусственного интеллекта позволяет не только классифицировать территории по уровням риска, но и прогнозировать их дальнейшее изменение на основе динамики рельефа и климатических данных.

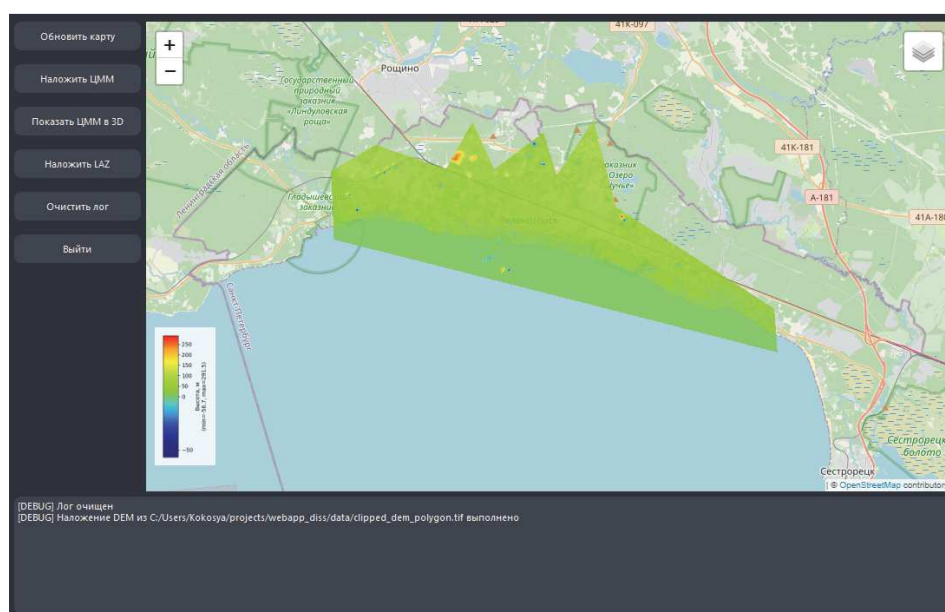


Рис. 1. Программа сопоставления ЦМР

Применение БВС в сочетании с цифровыми моделями рельефа и методами искусственного интеллекта обеспечивает объективный и воспроизводимый контроль прибрежных территории. Предложенный подход позволяет автоматизировать анализ, повысить точность классификации и использовать полученные данные для управления экологическими рисками. Разработанная программа [10] применима в практике контроля побережий и может быть интегрирована в государственные системы экологического контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 08.08.2024) // Собрание законодательства РФ. — 2006. — № 23. — Ст. 2381.
2. Игнатов Е.И., Санин А.Ю. Устойчивость различных типов берегов Онежского озера // Геоморфология. — 2020. — № 1. — С. 68–80. DOI: 10.31857/S0435428120010058.
3. Malygin V.A., Zhamoida V.A., Badyukova E.N., Zhamoida A.I., Kurennoy D.A., Chubarenko B.V. Application of the Coastal Hazard Wheel system for hazard assessment and coastal management in the Kaliningrad region (Baltic Sea coast) // Journal of Water and Land Development. — 2021. — № 48. — P. 171–181. DOI: 10.24425/jwld.2021.136151.
4. Энтин А.Л., Кошель С.М., Лурье И. К., Самсонов Т.Е. Морфометрический анализ цифровых моделей рельефа для оценки и картографирования распределения поверхностного стока // Вопросы географии. — 2017. — № 144. — С. 169–186.
5. Колесников А.А. Анализ методов и средств искусственного интеллекта для анализа и интерпретации данных активного дистанционного зондирования // Вестник СГУГиТ. — 2022. — Т. 27, № 3. — С. 74–94. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-3-74-94.
6. ArcticDEM [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem/> (дата обращения: 30.06.2025).
7. Афанасьева В.И., Залищук А.А., Ненашев В.А. Эксперименты по контролю количества объектов на поверхности на основе обработки лазерных данных и методов распознавания с борта малых летательных аппаратов // Инновационное приборостроение. — 2024. — Т. 3, № 1. — С. 28–35. DOI: 10.31799/2949-0693-2024-1-28-35.
8. Ненашев В.А., Афанасьева В.И., Залищук А.А. Формирование трёхмерных моделей местности на основе лидарной съёмки для выявления структурных изменений земной поверхности // Труды МАИ. — 2023. — № 131. — DOI: 10.34759/trd-2023-131-15.
9. Coastal Vulnerability Index (CVI) [Электронный ресурс] // United States Geological Survey (USGS). URL: <https://pubs.usgs.gov/of/1999/of99-593/pages/cvi.html> (дата обращения: 02.07.2025).
10. Метод количественной оценки эрозионной подверженности береговых склонов природных аквасистем на основе анализа цифровой модели рельефа, построенной по данным воздушного лазерного сканирования / Афанасьева В.И., Бестугин А.Р., Киршина И.А. // Радиотехника. — 2025. — Т. 89, № 8. — С. 67-74.