

# О возможностях мониторинга рекреационного воздействия на уникальные природные объекты с использованием БПЛА

В.А. Федосеев<sup>1</sup>, А.Ю. Денисова<sup>1</sup>, Л.М. Кавеленова<sup>1</sup>, Н.В. Прохорова<sup>1</sup>, Н.В. Власова<sup>1</sup>,  
Е.С. Корчиков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

## Аннотация

Наряду с широким использованием в экологическом мониторинге информационных систем ДЗЗ, все более востребованными становятся беспилотные летательные аппараты (БПЛА). При их использовании сохраняется необходимость проведения маршрутных исследований для изучения состава скрытых от съемки ярусов растительности и получения информации о составе растительных сообществ. Мониторинг негативных изменений ландшафтов, выполненный с использованием БПЛА, показал перспективность для склона г. Стрельной в Жигулях, где с 2012 г. и до настоящего времени сотрудниками университета осуществляется мониторинг рекреационной нагрузки на крайне уязвимые уникальные сообщества каменистых степей. Выполненные в 2020 г. съемки были обработаны рядом классификаторов с целью выявления наилучшего для детектирования троп. В результате для выбранного метода К ближайших соседей был произведен ретроспективный анализ съемки различных участков троп, показавший, увеличение рекреационной нагрузки в 2020 г. по сравнению с 2019 г.

## Ключевые слова

БПЛА, экологический мониторинг, гора Стрельная, рекреационная нагрузка

## 1. Введение

Наряду с широким использованием в экологическом мониторинге возможностей, которые предоставляют информационные системы дистанционного зондирования Земли, на основе орбитальной съемки земной поверхности [1], все более востребованными в последнее время становятся беспилотные летательные аппараты (БПЛА, или дроны) [2, 3]. Специалисты, использующие в качестве наиболее финансово доступных устройств из БПЛА квадрокоптеры для проведения эколого-ботанического картографирования, характеризуют присущий им ряд достоинств (высокая мобильность устройств, относительно невысокая стоимость дистанционной съемки, удобство геопривязки фотокадров, сравнительная простота управления, невысокая зависимость от погодных условий, возможность на топологическом уровне наглядно отобразить приуроченность растительных сообществ к формам рельефа). В то же время имеются требующие решения технические проблемы (сложность зарядки аккумуляторов в автономных экспедициях, необходимость разработки методики фотосъемки и определения оптимального фокусного расстояния для минимизации потерь качества при привязке фотоснимков на топооснову и др.). Кроме того, использование беспилотников не освобождает от необходимости маршрутных исследований для выявления состава скрытых от съемки ярусов (под пологом леса), а также получения информации о составе растительных сообществ на открытых для съемки пространствах [4]. Мониторинг негативных изменений ландшафтов с использованием БПЛА показал возможность получения оперативной информации для масштабной гетерогенной территории - прибрежных геосистем Прибайкалья, демонстрирующих в условиях рекреационного воздействия разнообразие процессов и степени

деградации [5]. Наше исследование подтвердило перспективность данного подхода для менее масштабной, но более сложной по рельефу территории – склона г. Стрельной в Жигулях.

## 2. Краткие итоги использования БПЛА в мониторинге г. Стрельной

Визитной карточкой Жигулевского государственного заповедника и одним из его объектов, максимально подверженных рекреационной нагрузке, является гора Стрельная, к которой ведет оборудованная металлическим настилом экскурсионная тропа. С момента ее обустройства в 2012 г. сотрудниками университета осуществляется мониторинг рекреационной нагрузки на уникальные сообщества каменистых степей. Специалисты-экологи, проводя обследования, ограничиваются осмотром растительных сообществ с настила либо спуском на поверхность склона с риском травмировать растительный покров.

С 2019 г. в тестовом режиме проводятся съемки объекта с использованием БПЛА. Выполненные в 2020 г. снимки были обработаны следующими классификаторами из пакета Skimage: случайный лес (Random Forest – RF), байесовский классификатор, K ближайших соседей (KNN), линейный дискриминантный анализ (ЛДА). В результате был выбран классификатор KNN с числом соседей 21, давший вероятность верного обнаружения тропы 0,82. Данный метод был применен для ретроспективного анализа съемки различных участков троп за 2019 и 2020 г., рисунок 1.

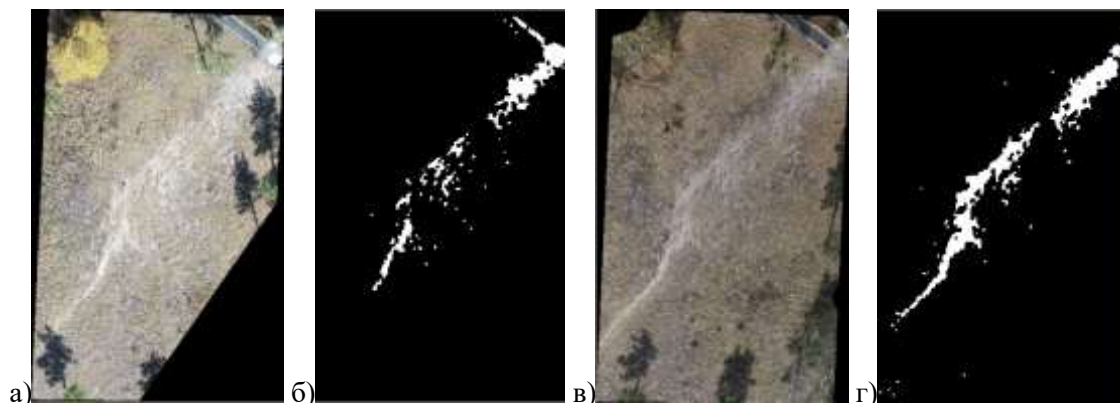


Рисунок 1: а) снимок 2019 г., б) результат 2019 г., в) снимок 2020 г., г) результат 2020 г

Видно, что контуры и площадь тропы по классификации 2020 г. больше и четче, что позволяет сделать вывод о большей вытоптанности тропы в 2020 г. по сравнению с 2019 г. и свидетельствует о повышении рекреационной нагрузки на данном участке.

## 3. Литература

- [1] Wang, K. Remote sensing of ecology, biodiversity and conservation: a review from the perspective of remote sensing specialists / K. Wang, S.E. Franklin, X. Guo, M. Cattet // *Sensors*. – 2010. – Vol. 10. – P. 9647-9667.
- [2] Kazanskiy, N.L. Intelligent video systems for unmanned aerial vehicles based on diffractive optics and deep learning / N.L. Kazanskiy, R.V. Skidanov, A.V. Nikonov // *Proc. SPIE. Optical Technologies for Telecommunications*. – 2019. – Vol. 11516. – P. 115161Q. DOI: 10.1117/12.2566468.
- [3] Tay, J.Y.L. Reaching new heights: can drones replace current methods to study plant population dynamics? / J.Y.L. Tay, A. Erfmeier, J.M. Kalwij // *Plant Ecol*. – 2018. – Vol. 219. – P. 1139-1150.
- [4] Софронов, А.П. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов в крупномасштабном геоботаническом картографировании / А.П. Софронов // *Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях*. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. – С. 121-123.

- [5] Солодянкина, С.В. Исследование процессов деградации ландшафтов по материалам аэрофотосъемки с квадрокоптера / С.В. Солодянкина, Ю.В. Вантеева, Т.И. Знаменская, М.Ю. Опекунова, С.А. Макаров, О.В. Евстропьева, Е.А. Пономаренко // Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. – С. 117-121.