

**Межвузовский научно-координационный совет по проблеме
эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Башкирский государственный университет
Российский фонд фундаментальных исследований*



**Всероссийская научно-практическая конференция и
XXXII межвузовское координационное совещание**

**Эволюция эрозионно-русловых систем,
её хозяйственно-экономические и экологические
последствия, прогнозные оценки и учёт**

Уфа, 3-6 октября 2017 г.



Доклады и сообщения

Уфа, 2017

наблюдаемыми факторами, а отсутствием оптимального подхода к природопользованию, в т.ч. и при добыче ПГС.

С учетом изложенного, следует отметить, что имеется необходимость безотлагательного регулирования масштабов указанного вида хозяйственной деятельности человека в пределах бассейнов рек.

А.М. Гафуров, О.П. Ермолаев

Казанский (Приволжский) федеральный университет

ВОЗМОЖНО ЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЧВЕННОЙ И ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ?

Существующие методы регистрации почвенной и овражной эрозии уже зарекомендовали себя, как надежный инструмент количественной и качественной оценки высокой точности. К таким методам можно отнести, как традиционные (метод шпилек, стоковых площадок и т.д.), так и сравнительно новые, геодезические, например, метод наземного лазерного сканирования. Однако все эти методы не позволяют оценить интенсивность эрозии на обширных территориях, а лишь предлагают точные замеры на локальных площадках. Проблему территориального охвата можно решить, проводя наблюдения с помощью сканирующих систем с летательных аппаратов, однако, целесообразность использования метода ограничивается ценой соответствующего оборудования. На сегодняшний день, развитие технологий роботостроения позволило снизить стоимость беспилотных летательных аппаратов полупрофессионального уровня, однако, работ по использованию БПЛА для оценки почвенной и овражной эрозии в России и зарубежом не много.

В качестве используемого оборудования нами был использован БПЛА DJI Phantom 4, позволяющий проводить съемку в течении 30 минут на расстоянии до 6000 м, и оборудованный 12 мегапиксельной камерой с фокальным расстоянием 20 мм в 35 мм эквиваленте, а также приемником GPS и GLONASS. Съемка осуществлялась с высоты 40 метров от места взлета, скорость полета составляла 4 м/с, продольное и поперечное перекрытие снимком составляло 70%. Предварительно, оптика камеры БПЛА была откалибрована, были вычислены поправочные коэффициенты в программном обеспечении Agisoft Lens.

На первом этапе необходимо было понять, как сильно влияют ошибки встроенного в БПЛА модуля спутникового позиционирования. Для этого на базе участка танкового полигона Казанского военного училища была произведена серия съемок с использованием контрольных марок и баз. Координаты марок были предварительно вычислены с использованием GNSS приемника Trimble Geoexplorer 6000, работающего в RTK-режиме с

базовой станцией IGS, расположенной в астрономической обсерватории Казанского федерального университета. Обработка данных съемки осуществлялась в программном обеспечении (ПО) Agisoft Photoscan. По результатам обработки можно сделать вывод, что использование даже четырех марок позволило увеличить точность привязки с 1.33 м до 0.02 м, при плановой точности 0.007 м.

Для оценки корректности самой модели была проведена съемка оврага, расположенного в бассейне р. Темев Ручей с помощью БПЛА, а также с помощью роботизированного тахеометра с функциями наземного лазерного сканера (НЛС) Trimble VX Spatial Station. По результатам съемки с помощью БПЛА и НЛС в ПО Golden Software Surfer были получены цифровые модели рельефа (ЦМР) с шагом сетки 0.05 м. Всего количество точек обеих ЦМР составило 577528. Вычитая одну ЦМР из другой, можно оценить точность модели, полученной по данным с БПЛА относительно взятой за эталонную модель с НЛС. Средняя ошибка точности модели с БПЛА составляет 0.023 ± 0.0002 м. Такое значение средней ошибки связано с определением координат самой модели, полученной с помощью БПЛА, и лежит в пределах точности GNSS-приемника.

Кроме того, была оценена плановая точность определения бровки оврага. Для этого, с помощью тахеометра Trimble VX были определены границы бровки, которая была сравнена с бровкой, отрисованной по модели, полученной с помощью БПЛА. Максимальная ошибка определения координат бровки составила 0.07 м, средняя погрешность составила 0.04 м и обусловлена нечеткостью скрытой под дерновым покровом границы бровки оврага при съемке с БПЛА.

Таким образом, использование БПЛА в форм-факторе квадрокоптера позволяет создавать точные модели исследуемых объектов с сохранением всех пропорций. Это гарантирует корректные результаты при проведении повторных наблюдений. Однако, как и в случае с использованием наземного лазерного сканирования для оценки почвенной и овражной эрозии, при такой плотности облака точек на первый план выходит точность позиционирования результатов измерений. Использование GNSS-приемников для решения задачи неопределенности и вычисления положения реперных точек с миллиметровой точностью может занимать достаточно продолжительное время при организации постоянной реперной сети. Использование для этих целей тахеометров так же занимает продолжительное время в купе с необходимым большим количеством оборудования при проведении полевых работ. Кроме того, как и у любого другого оборудования, существуют определенные ограничения использования БПЛА. Так, квадрокоптеры нельзя использовать при высокой влажности, экстремально высоких (более $40\text{ }^{\circ}\text{C}$) температурах, а также при сильном (более 8 м/с) ветре.