

# ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА С ПОМОЩЬЮ ОНЛАЙН-СИСТЕМЫ «СПУТНИК ВЕБ»\*

В чем заключается основное различие между традиционными двухмерными электронными картами и трехмерными картами, создаваемыми по результатам аэрофотосъемки (АФС)? Если говорить кратко, то такие карты открывают широкие возможности по измерению параметров объектов местности, мониторинга изменений и построения пользовательских слоев. Но существуют области применения, в которых анализ с помощью трехмерного моделирования позволяет получать несравнимо больший объем информации. В данной статье хотелось бы рассмотреть один из наглядных примеров того, как системы трехмерного моделирования помогают при анализе данных АФС природных объектов и их геоморфологической структуры.

В ходе деловой миссии в Республику Анголу в сентябре 2018 г. специалисты ГК «Геоскан» при поддержке компании Alfa Sementeira выполнили съемку окраин города Луэна (рис. 1). Главной задачей стало обследование оврагов, поскольку их распространение на тот момент уже вызвало обрушение нескольких домов (рис. 2). Было выполнено 3D-моделирование участка по данным аэрофотосъемки и космическим снимкам, полученным ранее, а также рассчитано возможное направление и скорость движения эрозии в дальнейшем.



Рис. 1

Фрагмент данных АФС, полученных комплексом «Геоскан 201» в сентябре 2018 г.



Рис. 2

Фрагмент изображения, на котором контуром красного цвета показана область, где произошло обрушение домов

Интенсивное оврагообразование связано с двумя важными факторами природного и антропогенного характера.

\* Статья подготовлена пресс-службой Группы компаний «Геоскан».

1. Скопление влаги на вершинах склонов, где расположена застроенная территория, в связи с частым выпадением дождей. При избыточном количестве влаги образуются уступы оврагов, размывающие склоны и, соответственно, угрожающие объектам, находящимся на вершинах склонов. Затем уступы удлиняются и расширяются, образуя ответвления, которые могут привести к размывам еще большей площади земель.

2. Ведение сельскохозяйственной деятельности, вырубка растительности, а также дорожное строительство, ирригация и сброс промышленно-бытовых вод на вершинах склонов, что способствует разрыхлению почвы и интенсификации оврагообразования.

АФС была проведена с помощью аэрофотосъемочного комплекса «Геоскан 201», а обработка материалов выполнялась в программном комплексе Agisoft PhotoScan. Для пространственного анализа полученных в результате АФС и космической съемки данных использовалась онлайн-система для визуализации геопространственных данных «Спутник Веб» (Sputnik Web). Она позволяет представить двухмерное изображение в виде детализированной 3D-модели, при этом работать с моделью можно непосредственно в браузере.

Рассмотрим возможности системы «Спутник Веб» на конкретном примере, проанализировав трехмерную модель оврага на основе данных различных видов съемки.

На рис. 1 представлена модель, созданная на основе результатов АФС, выполненной в сентябре 2018 г. На ней можно увидеть овраг, его оцифрованные контуры, а также контуры ближайших улиц и домов. Чтобы оценить направление и скорость движения эрозионных процессов, сопоставим эти данные с результатами космической



Рис. 3

Фрагмент ортофотоплана участка оврага по данным космической съемки в сервисе Google Maps (сентябрь 2018 г.)



Рис. 4

Фрагмент ортофотоплана по данным АФС (сентябрь 2018 г.)

съемки, выполненной в начале 2018 г. и предоставляемой сервисом Bing Maps.

Сравнивая данные двух съемок, можно проследить развитие формы рельефа. Достаточно наглядно прослеживается расширение и углубление боковых ответвлений, наиболее значительное из которых имеется в северной части участка — размыло улицу и обрушилось несколько домов (рис. 2).

Геоморфологический анализ рельефа по данным за полгода

позволяет приблизительно оценить направление и скорость движения эрозии, чтобы понять, где и как следует организовать защиту для предупреждения дальнейшего развития оврагов. Возможность загрузки и обработки данных аэрофотосъемки с помощью облачной 3D-реконструкции в системе «Спутник Веб» позволяет оперативно обновлять и анализировать разновременные данные и осуществлять своевременный мониторинг. Так, например, в слу-

чае проведения ежемесячного или ежеквартального мониторинга участка путем АФС, органы муниципального управления имели бы возможность контролировать движение эрозии и изменения форм рельефа с точностью до 10 см.

Чтобы понять, в чем заключаются основные особенности работы в системе «Спутник Веб», сопоставим актуальные данные космической съемки (рис. 3) с данными АФС (рис. 4).

При сравнении ортофотопланов видно, что разница между данными космической съемки и АФС заключается лишь в разрешении изображений. Тем не менее, простое рассмотрение двумерных карт не позволяет оценить формы рельефа, вычислить глубину оврагов и спрогнозировать направление движения эрозии. Система «Спутник Веб» предоставила набор инструментов для вычисления объема, длины и глубины распространения оврага, построения профилей по хребту и седловине оврага, что помогло получить точные данные о геоморфологической структуре рельефа и наглядно их визуализировать (рис. 5–7).

Полученные данные позволили определить, где за последние полгода происходило оврагообразование, построить их профили и выявить по ним участки наиболее интенсивного движения эрозии. Это поможет спрогнозировать, какие дома и улицы овраг может затронуть в ближайшее время, предупредить жителей и предпринять комплекс защитных мер.

Возможности онлайн-системы «Спутник Веб» этим не ограничиваются. Она позволяет размещать на портале пространственные данные — ортофотопланы, цифровые модели и векторные данные, как в свободном, так и в ограниченном доступе, проводить облачную обработку данных аэрофотосъемки, управлять их представ-

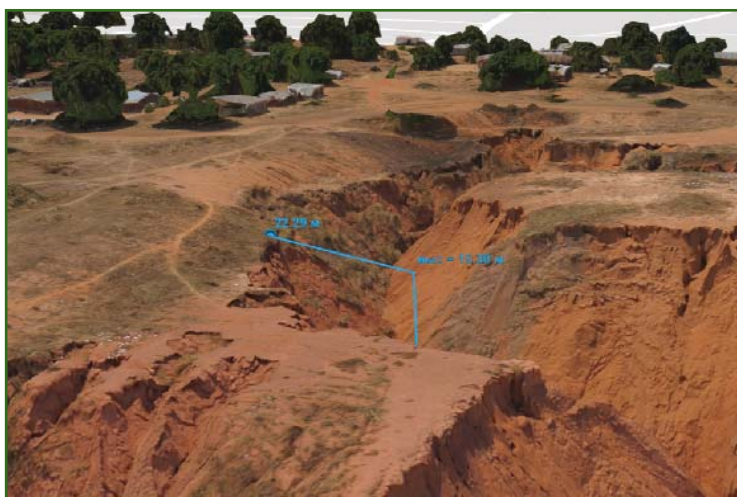


Рис. 5

Расчет глубины участка оврага в системе «Спутник Веб»

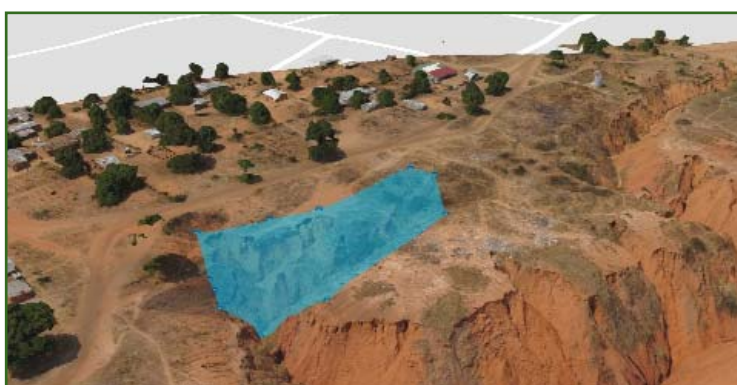


Рис. 6

Расчет объема участка оврага в системе «Спутник Веб»

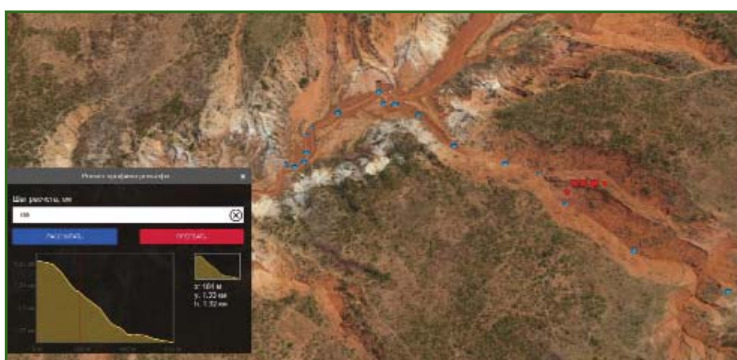


Рис. 7

Расчет профиля рельефа участка оврага в системе «Спутник Веб»

лением и визуализацией. Структура системы «Спутник Веб» позволяет интегрировать данные ГИС для использования в системах обеспечения градостроительства, земельного надзора и кадастрового учета, цифровой картографии, мониторин-

га строительных работ и моделирования чрезвычайных ситуаций. Подробнее о применении системы «Спутник Веб» можно узнать в материалах, размещенных на сайте Группы компаний «Геоскан» ([www.geoscan.aero](http://www.geoscan.aero)).