

Изучение морфологии лавовых потоков Ключевского вулкана с использованием геодезического БПЛА

Цветков В.А., Озеров А.Ю., Миронов И.К.

Study of the morphology of lava flows of Klyuchevskoy volcano using a geodesic UAV

Tsvetkov V.A., Ozerov A.Yu., Mironov I.K.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;

e-mail: valkam777@mail.ru

На Ключевском вулкане выполнены работы по исследованию побочных прорывов на принципиально новой основе, которая позволила получить новую геодезическую и морфологическую информацию.

Цель исследований – получение высокоточных данных о размерах и объемах продуктов извержения Ключевского вулкана во время побочных извержений 1945 г., 1946 г., 1956 г. Уточнение морфологической информации об этих геологических структурах.

Задача исследований – построение высокоточной цифровой модели рельефа и ортофотоплана исследуемой местности.

Метод исследований – выполнение аэрофотосъемки квадрокоптером с бортовым ГНСС-приемником (Глобальные Навигационные Спутниковые Системы) на борту и стационарным ГНСС-приемником в известной точке поверхности, с последующей обработкой результатов в специализированном ПО.

С появлением технологии ГНСС, стало возможным получать точные координаты центров фотографирования при выполнении съемки земной поверхности с помощью квадрокоптера. При этом используются данные, сохраняемые на борту во время выполнения аэрофотосъемки (рис. 1).

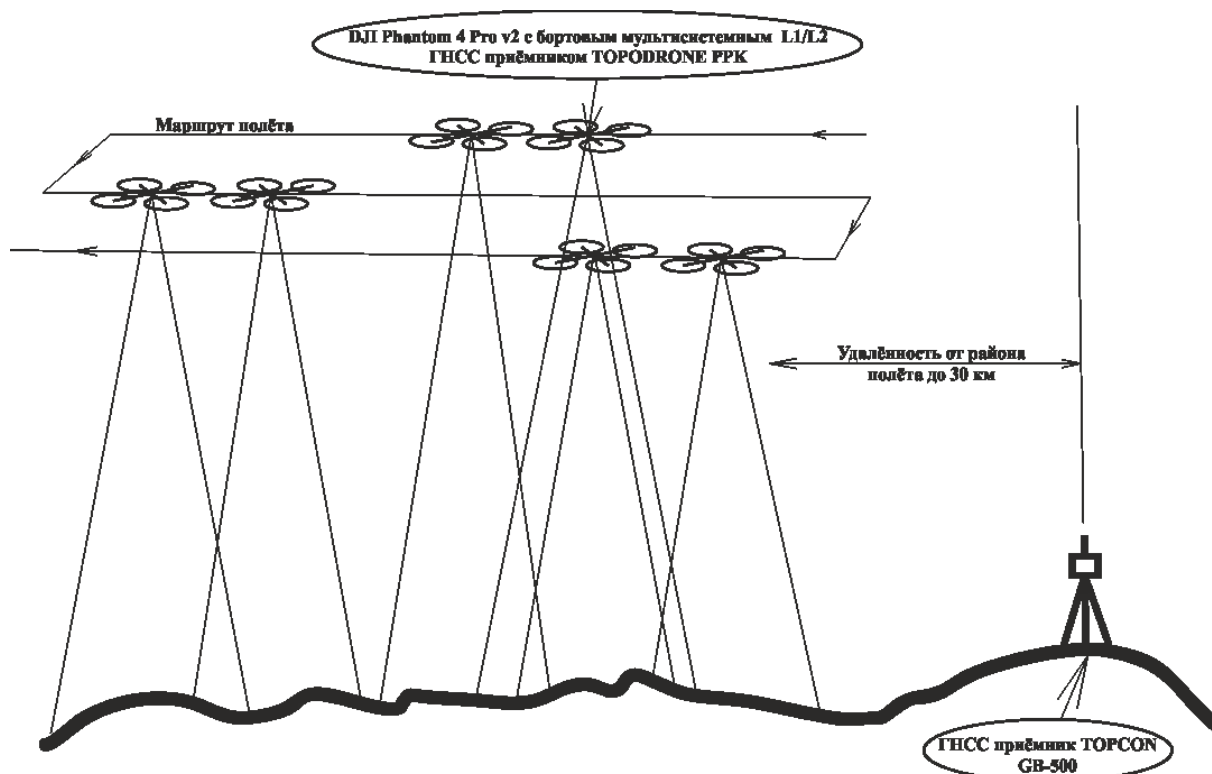


Рис. 1. Схема выполнения съемки с БПЛА с двухчастотным геодезическим приемником на борту.

Основным и очень важным отличием нового варианта получения данных является отсутствие необходимости в опорных точках (маркерах) на земной

поверхности. В труднодоступных районах, в условиях, не позволяющих разместить опорные точки и выполнить на них измерения, этот фактор может быть определяющим для возможности произвести съемку с требуемой точностью. Необходимо отметить, что в данном случае, для дополнительного контроля точности полученной нами модели поверхности, такие контрольные точки (маркеры) были использованы.

В процессе выполнения работ использовался квадрокоптер DJI Phantom 4 Pro v2 с бортовым ГНСС-приемником TOPODRON PPK, ГНСС-приемник TOPCON GB-500 в качестве базовой станции. Обработка данных осуществлялась в программных продуктах Toposetter 2.0 Pro, Leica Geo Office, Topcon Tools. В результате обработки вычисляются положения центров фотографирования с сантиметровой точностью. Обработка фотограмметрических данных осуществлялась в программном комплексе Agisoft Metashape Professional.

С 1932 г. произошло 17 побочных прорывов на склонах Ключевского вулкана [1]. На первом этапе работ были выбраны три прорыва: прорыв Апахончич (рис. 2), прорывы Юбилейной группы, Вернадского и Крыжановского (рис. 3). Потоки сильно отличаются. Теперь есть возможность достоверно оценить размеры образовавшихся взрывных воронок, их глубину: кратер Обручева имеет относительно правильную округлую форму диаметром 175 м, глубиной 47 м; кратер Левинсона-Лессинга близок к форме эллипса с осями 353 м и 90 м, глубиной от 17 м до 32 м; кратер Комарова близок форме эллипса с осями 320 м и 176 м, средней глубиной 35 м. Важнейшим результатом работы являются данные о ширине, длине, мощности лавовых потоков и возможности более точной оценки объема изверженного материала. Количественные оценки побочных прорывов приведены в таблице.

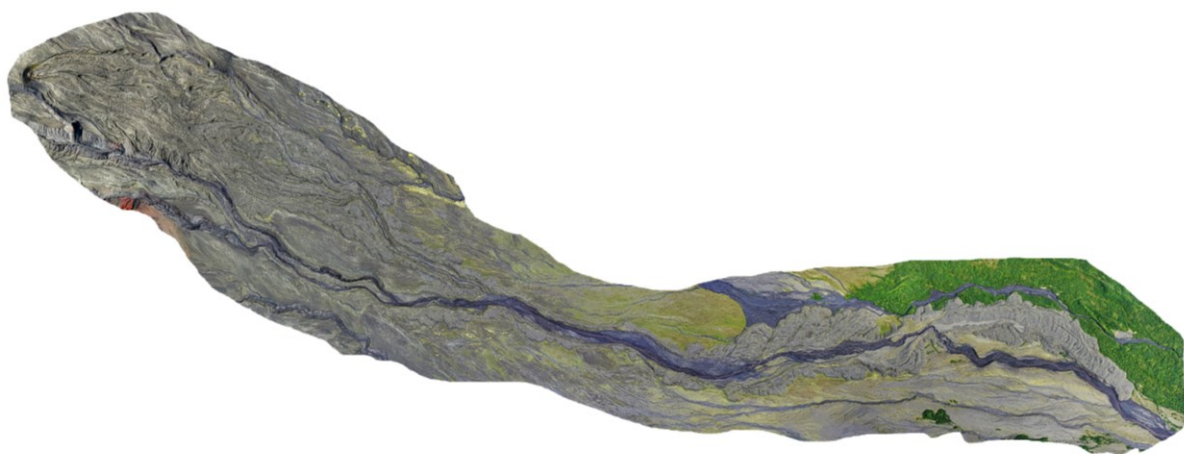


Рис. 2. Побочный прорыв Ключевского вулкана Апахончич (октябрь-ноябрь 1946 г.), общая протяженность 7100 м.

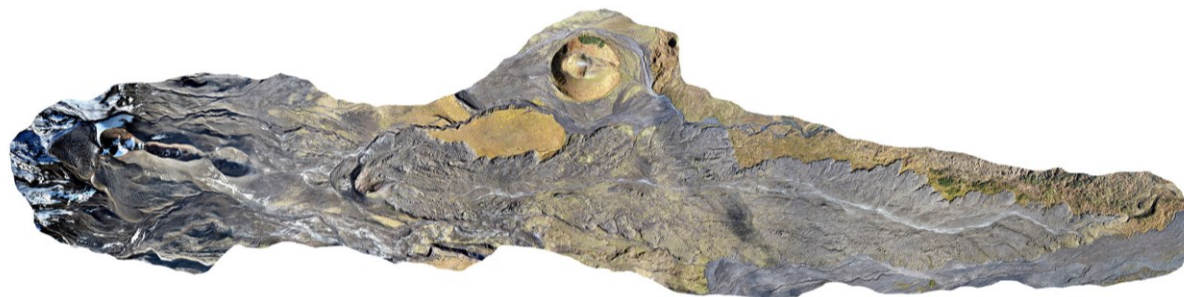


Рис. 3. Побочные прорывы Вернадского и Крыжановского (июль-август 1956 г., общая протяженность 1000 м), побочные прорывы Юбилейной группы (июнь-июль 1945 г., общая протяженность 6680 м).

Таблица. Количественная оценка побочных прорывов Ключевского вулкана

Характеристика	Прорывы Юбилейной группы	Прорыв Апахончич	Прорывы Вернадского и Крыжановского
Геодезическая высота места прорыва (основание конуса, верхней точки поверхности), м	1435	1537	1463
Общий перепад высот по потоку, м	650	780	200
Общая протяженность, м	6680	7100	1000
Общая площадь лавовых отложений, м ²	2 605 400	2 430 000	193 400
Максимальная мощность потока, м	20	31	40

Важно отметить, что для выполнения этих работ есть возможность использовать минимально необходимое количество техники: 1-2 БПЛА, геодезический ГНСС-приемник в качестве базовой станции, несколько подготовленных автомобилей УАЗ. В современных условиях, при отсутствии возможности использовать для аэрофотосъемки самолет или вертолет, этот момент также часто становится определяющим.

Результаты проведенных работ:

1. Получены новые данные о побочных извержениях Ключевского вулкана. Определены геометрические размеры лавовых потоков с высокой точностью.

2. Приведены сравнительные сценарии деятельности побочных извержений.

3. Получены принципиально новые цифровые модели и ортофотопланы побочных прорывов, позволяющие проводить дальнейшие детальные изучения этих событий.

4. Показаны новые возможности применения использованного метода для оценки рисков, связанных с последствиями извержений для населенных пунктов и критически важной дорожной сети полуострова Камчатка, расположенной в непосредственной близости к активным вулканам.

Список литературы

1. Озеров А.Ю. Ключевской вулкан: вещество, динамика, модель. М.: Издательство ГЭОС, 2019. 306 с.