

ВУЛКАНЫ КАК ОБЪЕКТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

А. И. Давидовская, К. В. Игнатенко

кафедра геодезии и геоинформационных систем факультета информационных технологий
Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, 20geo.ignatenko.k@pdu.by

Г. А. Шароглазова

к.т.н., доцент, заведующая кафедрой геодезии и геоинформационных систем факультета
информационных технологий Полоцкого государственного университета

Статья дает самые общие представления о вулканической деятельности на планете Земля и роли вулканов в формировании Земли, зарождении жизни и развитии цивилизации. Обоснована необходимость осуществления многодисциплинарного подхода к исследованию вулканов с использованием современных информационных технологий, прежде всего, геоинформационных систем. В статье приведены схемы расположения Камчатских вулканов и геодинамических полигонах, приуроченных к таким активным вулканам, как Ключевской, Толбачинский, Карымский, Авачинский. Представлены результаты геодезических исследований на Камчатке и сделан вывод о большой значимости геодезических исследований в районах вулканических извержений, дающих точную информацию о деформациях земной поверхности перед началом извержения, во время извержения и после его окончания.

Ключевые слова: вулканы; геоинформационные системы; геодезия; ГИС-картографирование.

Земля, являющаяся третьей по удаленности планетой Солнечной Системы, прошла сложный эволюционный путь развития продолжительностью свыше 4,5 млрд. лет: возникновения и формирования как самостоятельной планеты, геологического строения, зарождения жизни, цивилизации и т.д. Немаловажную роль в истории развития Земли играли и играют вулканы, извержения которых несут информацию о внутреннем строении нашей планеты, влияют на ход цивилизации, вызывают многочисленные трагедии и жертвы, но все же неизменно привлекают внимание ученых и многочисленных туристов к себе.

Есть научные свидетельства, что большинство древних гоминидов (претендентов на предков человека) где-то 2–3 миллиона лет назад селились недалеко от активных вулканов и рифтовых разломов. Со временем они научились пользоваться теплом лавы не только для согревания, но и для приготовления пищи, что повлияло на развитие мозга, а также уменьшение наружного шерстяного покрова.

Опасны для людей вулканы, в первую очередь, своими извержениями. Вулканическая лава своим потоком за считанные минуты уничтожает все на своем пути. Во время извержения в атмосферу выбрасывается огромное количество вулканического пепла, углекислых газов и камней. Из-за извержений прекращаются авиасообщения. Иногда, извержение вулкана сопровождается землетрясениями.

Одним из самых первых, крупных, задокументированных извержений в истории было извержение вулкана «Везувий» в 79 г. В тот год «Везувий» полностью уничтожил Помпеи, Геркуланум и Стабии, сжигая всю растительность на пути и убил около 16 000 человек.

Главной опасностью для людей и животных является вулканический пепел. Не менее страшным последствием извержения вулканов, является вулканическая зима, которая возникает вследствие загрязнения атмосферы вулканическим пеплом. Такое происшествие случилось в 1816 году в Западной Европе и Северной Америке.

Ещё одной трагедией из-за извержения вулканов является прекращение авиа-сообщений. Так, например, после извержения одного из крупнейших вулканов в Исландии Эйяфьядлаёкюдля (рисунок 1) было прекращено движение по близлежащим автодорогам и закрыто воздушное пространство над значительной территорией северной Европы, полностью отменены полеты в Лондоне, Копенгагене и Осло.

Извержения приводят к возникновению эпидемий и эпизоотий, росту заболеваний и нарушению воспроизводства населения, сокращению пищевой базы, неблагоприятным изменениям ландшафтных условий, ухудшению качества атмосферного воздуха [1].



Рисунок 1 – Извержение вулкана Эйяфьядлаёкюдль [2].

Влияние вулканической деятельности на климат изучается уже более 200 лет. Заметнее всего климатические эффекты извержений сказываются на изменениях приземной температуры воздуха и формировании метеорных осадков, что наиболее полно характеризуют климатообразующие процессы. Вулканический пепел, выброшенный в атмосферу во время эксплозивных извержений, отражает солнечную радиацию, снижая температуру воздуха на поверхности Земли. Эксплозивные извержения могут оказывать свое влияние на климат, по меньшей мере, в течение

нескольких лет, а некоторые из них – вызвать гораздо более продолжительные его изменения [3].

Извержения вулканов приводят к рассеиванию пепла и в зависимости от химического состава магмы, из которой было извержение, этот пепел будет содержать различные количества питательных веществ для почвы. Другим фактором, способствующим повышению уровня плодородия в вулканических почвах, являются освобождающиеся породы и минералы, такие как полевой шпат, пироксен, амфибол и др., которые содержат железо, магний и калий. Это некоторые из наиболее важных элементов, которые содержатся в удобрениях для улучшения качества сельскохозяйственной почвы [4].

Роль вулканических извержений в формировании внешних оболочек Земли за счет вещества ее глубоких недр до недавнего времени сильно недооценивалась. В последние годы, во многих исследованиях придается все большее значение вулканизму в образовании современных осадков в морях и океанах, разнообразных древних горных пород, целого ряда полезных ископаемых и даже вечерних и утренних зорь [5].

Учитывая значимость вулканов в жизни человека и в историческом развитии нашей планеты, их исследования носят мультидисциплинарный характер. Значимую роль в исследованиях вулканов занимают геодезисты и фотограмметристы. Для обобщения результатов уже имеющихся исследований вулканической деятельности на Земле в настоящее время широко используются геоинформационные технологии, что способствует разработке новых моделей механизма вулканических извержений.

Камчатка – молодая геосинклинальная область активных современных тектонических процессов и современного вулканизма. Восток Камчатки находится в зоне активных контактов Тихоокеанской и Евразийской (Охотский блок) литосферных плит, где происходит их сближение и погружение океанической плиты под островные дуги, переработка океанической земной коры и формирование континентальной. Остальная часть полуострова отражает более древнюю стадию развития земной коры с мощностью около 30 км. Она характеризуется континентальной и переходной (от океанической к континентальной) земной корой.

Строго определить точное количество вулканов, расположенных на Камчатском полуострове, затруднительно. В различных источниках упоминается от нескольких сотен, до более чем тысячи вулканов. Для вулканов Камчатки характерно большое разнообразие форм и размеров, они формировались в различные геологические эпохи и в настоящее время проявляют активность в различной степени. Для некоторых вулканов полуострова часто применяют слово «сопка» вместо слова «вулкан».

В настоящее время среди вулканов Камчатки насчитывается около 29 действующих. Понятие действующего вулкана достаточно относительное. Действующим принято считать вулкан, извергавшийся в исторический период времени. Часть вулканов последний раз извергались около 1000 или даже 4000 лет назад и

эти вулканы по разным классификациям имеют разный статус. Высота самого большого вулкана Камчатки – Ключевской Сопки, составляет 4750 метров над уровнем моря. Этот вулкан является самым высоким в Азии и одним из наиболее активных на полуострове.

На примере исследований вулканов Камчатского полуострова мы можем сделать некоторые выводы о работе геодезистов.

Вулкан Карымский – один из активнейших вулканов Курило-Камчатского вулканического пояса. Он находится постоянно в стадии эксплозивной и эксплозивно-эффузивной активности (уже более 150 лет) и способен выбрасывать пепловые облака на высоту более 10–12 км. Его правильный конус высотой 1516 м над уровнем моря являет собой классическую форму стратовулкана. Этот стратовулкан андезидацитового состава изливает на поверхность не свойственные этому составу относительно подвижные глыбовые лавовые потоки [6].

Исследования, выполненные в пределах Карымского вулканического центра по изучению деформаций земной поверхности геодезическими методами в период 1972–1989 гг. позволяют сформулировать следующие выводы и обобщения:

1. Суммарные деформации на площади Карымского вулканического центра за весь период геодезических исследований являются растягивающими и происходят на фоне общего понижения подножия Карымского вулкана относительно северо-восточного берега оз. Карымского.

2. Область максимальных деформаций занимает обширную площадь в центре вулканической структуры, геометрический центр ее расположен в южной части кальдеры, вулкана им. Академии наук. Эпицентры роев землетрясений I типа находятся в пределах этой территории максимально подверженной деформациям.

3. Особенностью горизонтальных деформаций на Карымском вулканическом центре является почти непрерывное растяжение земной поверхности в период 1975–1989 гг. и без компенсации на прилегающих участках, которое можно представить в виде процесса, сходного с надуванием резинового шара. Частично это можно было бы проверить по данным нескольких циклов нивелирования по протяженным линиям, которые, как нам представляется, зафиксируют воздымание области горизонтальных деформаций растяжения относительно других стабильных участков. В связи с этим можно предполагать, что под вулканами Карымский и им. Академии наук в нижней части земной коры существует большой общий магматический очаг, реагирующий на изменение сейсмотектонической обстановки в ближайшей сейсмофокальной зоне.

4. Очередной цикл активности вулкана Карымский проходил в условиях растяжения обширной площади. Процесс расширения наиболее значительно проявлялся в начальный период активности вулкана [7].

Перед природными катаклизмами (землетрясениями или извержениями вулканов) происходят аномальные движения земной коры. Эти движения либо усиливаются, либо изменяют свой знак на противоположный. По величине они обычно

больше медленных движений и называются средними или предвестниковыми движениями.

Для поиска геодезических предвестников землетрясений и извержений вулканов в тектонически активных районах создаются специальные геодинимические полигоны и деформационные площадки, на которых выполняются повторные геодезические измерения в комплексе с геолого-геофизическими и сейсмологическими исследованиями. Статистика геодезических долгосрочных предвестников землетрясений свидетельствует, в основном, о наличии аномальных поднятий земной поверхности перед землетрясением. При этом известных примеров аномальных горизонтальных деформаций земной поверхности перед природными катаклизмами значительно меньше. Это объясняется тем, что величины предвестников невелики (миллиметры и первые сантиметры). Возможность определения таких величин с достаточной точностью стала появляться только с развитием высокоточных светодальномеров. Горизонтальный предвестник извержения Авачинского вулкана 1991 г. (Камчатка) был зафиксирован при работах ПО «Дальаэрогеодезия» на Петропавловск-Камчатском геодинимическом полигоне, на котором выполнялись повторные линейно-угловые измерения. Сопоставления результатов линейных измерений показало, что за период 1988–1990 гг. линии, направленные вдоль склона Авачинского вулкана, сжались на несколько сантиметров. В январе 1991 г. произошло его извержение [7–8].

Геоинформационные системы выступают эффективным инструментом для сбора, хранения и анализа различных видов данных, в том числе и информации о вулканах и вулканической деятельности. Целью настоящей работы является инвентаризация и картографирование вулканов полуострова Камчатка.

В настоящее время ГИС-проект включает следующие наборы данных: топографическую основу с батиметрией; данные о расположении и характеристиках пунктов по различным видам наблюдений с возможностью просмотра текущих графиков гидрогеодинимических и электротеллурических наблюдений, созданных средствами ИС POLYGON; региональный каталог землетрясений с возможностью его обновления по локальной сети и выборки землетрясений; ряд тематических карт, которые привязаны к единой системе координат.

В качестве основы был использован фрагмент Яндекс карты на который были нанесены вулканы Камчатки, атрибутивные таблицы содержат информацию о датах первых и последних извержений, активности и типах вулканов. К вулканам были добавлены фотографии к ним, а на самой карте обозначили действующие и спящие вулканы (рисунки 2–3).



Рисунок 2 – Картограмма вулканов полуострова Камчатка

С помощью приложения ArcGIS ArcMap была создана карта вулканов полуострова Камчатка, разработана атрибутивная база с основными характеристиками этих вулканов. Данная карта может быть использована в будущем для исследования как полуострова, так и находящихся на нем вулканов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Нестерова Т.А. Экологические последствия вулканических извержений. Томск, 2015. 52 с.
2. Вулкан Эйяфьядлайёкюдль // Nordic Travel [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nordictravel.ua/vdohnovlenie/islandija/sightseeing_in_iceland/eyjafjallajokull-volcano.
3. Муравьев Я.Д. Вулканические извержения и климат // Вестник ДВО РАН 2007. №2. С. 71–82.
4. Почему вулканическая почва плодородна [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.history-hub.com/pochemu-vulkanicheskaya-pochva-plodorodna>. Дата доступа: 11.09.2021
5. Мархинин Е.К. Извержение вулканов и земная кора // Природа. 1968. № 2. С. 26–33.

6. Volcanoes of Kamchatka and the Kuril Islands. Special issue of “RFBR Journal”/A. Khrenov [et al.]. 2015. N 2 – 105 с.

7. Магуськин М.А., Шароглазова Г.А. Деформация земной поверхности Карымского вулканического центра. Москва, 1992. 110 с.

8. Шароглазова Г.А. Применение геодезических методов в геодинамике : учебн. пособие. Новополец, 2002. 193 с.

Атрибуты ulkani

OBJECTID *	Shape *	Id	Nazv	Type	Aktivnost	Pervoe izv	Poslednee	Photo
1	Точка	0	Шивелуч	Стратовулкан	Активный	1790 г.	26 августа 2021 г.	<Rast
2	Точка	0	Ключевской	Стратовулкан	Активный	1697 г.	февраль-март 2021 г.	<Rast
3	Точка	0	Безымянный	Стратовулкан	Активный	1956 г.	22 октября 2020 г.	<Rast
4	Точка	0	Ушковский	Стратовулкан	Активный	Неизвестно	1890 г.	<Rast
5	Точка	0	Плоский Толбачик	Щитовой	Активный	1728 г.	27 ноября 2012 г.	<Rast
6	Точка	0	Высокий	Стратовулкан	Активный	Неизвестно	550 г до н.э.	
7	Точка	0	Комарова	Стратовулкан	Активный	Неизвестно	950 г.	<Rast
8	Точка	0	Малый Семячик	Стратовулкан	Активный	Более 400 лет назад	1952 г.	<Rast
9	Точка	0	Карымский	Стратовулкан	Активный	1852 г.	10 декабря 2020 г.	<Rast
10	Точка	0	Жупановский	Стратовулкан	Активный	800-900 гг. до н.э.	2014	<Rast
11	Точка	0	Корякский	Стратовулкан	Активный	18 95 г.	Декабрь 2008-январь 2009	<Rast
12	Точка	0	Авачинский	Стратовулкан	Активный	1737 г.	5 октября 2021 г.	<Rast
13	Точка	0	Горелый	Кальдера	Активный	Примерно 6000 лет назад	Лето 2010	<Rast
14	Точка	0	Дикий Гребень	Вулканический купол	Спящий	Около 1600 лет назад	Около 1600 лет назад	<Rast
15	Точка	0	Желтовский	Стратовулкан	Активный	1823 г.	1923 г.	
16	Точка	0	Ильинский	Стратовулкан	Спящий	1801 г.	1901 г.	<Rast
17	Точка	0	Кизимен	Стратовулкан	Активный	1928-1929 гг.	2013 г.	<Rast
18	Точка	0	Опала	Стратовулкан	Активный	1776 г.	1894 г.	<Rast
19	Точка	0	Мутновский	Стратовулкан	Активный	1960-1961 г.	2000 г.	
20	Точка	0	Ксудач(Штюбеля)	Стратовулкан	Активный	1907 г.	1907 г.	
21	Точка	0	Хангар	Стратовулкан	Активный	5700 лет до н.э.	400 лет назад	<Rast
22	Точка	0	Таушиц	Стратовулкан	Спящий	2500 лет назад	550 г. до н.э.	<Rast
23	Точка	0	Гамчен(Бараний)	Комплекс вулканов	Спящий	2500 лет назад	550 г. до н.э.	
24	Точка	0	Кроноцкий	Стратовулкан	Активный	50 г. до н.э.	1923 г.	<Rast
25	Точка	0	Ходутка	Стратовулкан	Спящий	2000-2500 лет назад	2000-2500 лет назад	<Rast
26	Точка	0	Кошелева	Стратовулкан	Активный	1690 г.	1690 г.	
27	Точка	0	Камбальный	Стратовулкан	Активный	14 век н.э.	2017 г.	<Rast
28	Точка	0	Алаид	Стратовулкан	Активный	1933-1934 г.	23 август 1997 г.	<Rast
29	Точка	0	Эбеко	Стратовулкан	Активный	1793 г.	25 августа 2021 г.	<Rast
30	Точка	0	Чикурачки	Стратовулкан	Активный	1853 г.	2008 г.	
31	Точка	0	Пик Фусса	Стратовулкан	Активный	1854 г.	1854 г.	<Rast
32	Точка	0	Кихлиныч	Стратовулкан	Активный	1400 лет назад	Примерно 600 лет назад	<Rast
33	Точка	0	Крашенинникова	Кальдера	Активный	Неизвестно	1550 г.	<Rast
34	Точка	0	Ичинский	Стратовулкан	Активный	Неизвестно	1740 г.	

Рисунок 3 – Атрибутивные данные слоя «Вулканы»