

ТРЕХМЕРНЫЕ ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ВУЛКАНОВ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

А.Б. Лексин

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН
(ИГЕМ РАН), Москва, e-mail: lexin@igem.ru

В отличие от камчатских вулканов, вулканы Курильских островов до сих пор изучены очень плохо. Это связано, в первую очередь, с их географической удаленностью и недоступностью, во вторую - плохой проходимостью и обнаженностью, (из-за зарослей стланика и бамбука.). На некоторых островах нет пресной воды. В настоящее время большинство островов стали необитаемыми, и отдельные вулканы посещаются в последние десятилетия исключительно туристами и редкими небольшими отрядами ученых, проводивших специальные, главным образом, петрохимические исследования. Все эти работы носили и носили исключительно спонтанный характер и мало что добавляли к фундаментальным работам по вулканологии, выполненными Г.С. Горшковым, Б.И. Пийпом, и Е.К. Мархининым в середине XX века. Исключением можно считать исследования извержений вулкана Алаид в 1972 и 1980 гг., и вулкана Тятя в 1973 г., когда в течение нескольких лет на них работали комплексные экспедиции Института вулканологии ДВО РАН [Горшков, Авдейко и др., 1974; Андреев и др., 1978; Кирсанов и др., 1975; Иванов и др., 1979; Хренов и др., 2005].

Основной целью и задачей настоящей работы это мониторинг активных вулканов Курильских островов. Логическим продолжением исследований, вслед за вулканами Камчатки, является создание цифровых трехмерных моделей рельефа активных вулканов Курильской островной дуги для последующего их использования для разработки сценариев возможных извержений и минимизации их последствий. Единственной возможностью максимального снижения риска и минимизации последствий воздействия вулканизма на природную среду и цивилизацию является прогноз и своевременное оповещение о готовящихся вулканических извержениях. Этим целям служит система космического мониторинга катастрофических явлений, которая предназначена для решения следующих основных задач: обнаружение предвестников извержений; контроль динамики развития происходящих событий; разработка сценариев динамики извержений, с целью оценки их масштаба и влияния на природную среду.

Ведется накопление базы данных по результатам дистанционного зондирования, с целью создания и построения математической модели и моделирования вулканического процесса в областях современного вулканизма.

Основной целью и задачей настоящей работы является создание цифровых трехмерных моделей (3D) рельефа активных вулканов Курильских островов для разработки в дальнейшем на их основе сценариев возможных извержений и оценки масштаба последствий.

Современные методы дистанционного зондирования, такие как радарные измерения и съемка многоканальными радиометрами (ASTER, MODIS), позволяют вести эффективный мониторинг состояния морфологии кратеров и экструзивных куполов действующих вулканов.

В 2008 году продолжен сбор, обработка, анализ и продолжение создания базы данных космического мониторинга вулканов Курило-Камчатской островной дуги. К наиболее активным вулканам Курил относятся: Алаид (о. Атласова); Чикукрачки, Эбеко (о. Парамушир); Пик Сарычева (о. Матуа); Немо, Пик Креницына (о. Онекотан); кальдера Заварицкого (о. Симушир); Иван Грозный, Менделеева (о. Итуруп); Тятя (о. Кунашир) (табл. 1). Созданы цифровые трехмерные модели рельефа для этих вулканов (рис. 1). В 2009 г. основные усилия направлены, опираясь на опыт исследований предыдущих лет вулканов Камчатки, на создание цифровых моделей (3D) активных вулканов Курильских островов. Комплексное использование методов дистанционного зондирования наряду с традиционными геологическими и вулканологическими исследованиями, несомненно, расширят наши знания в области наук о Земле и позволят перейти к количественным оценкам баланса вещества современного вулканизма Курило-Камчатской островной дуги, и оценки масштаба вулканоопасности.

Ведется типизация (паспортизация) активных вулканов Курильской островной дуги, оценка геологического эффекта извержений для вулканов различного типа, по полученным результатам создается ГИС.

Таблица 1. Основные действующие вулканы Курильской остров

№	Название	Высота (м)	Координаты	Состав	Тип вулкана	Дата некоторых извержений (XVII-XXI вв.)
	Остров Атласова					
1.	Алаид	2339	50° 51'5 с.ш. 155° 34' в.д.	андезибазальты	стратовулкан	1790-1793, 1854, 1860, 1894, 1932 (Такетоми), 1972 (Олимпийский), 1980 (вершинное извержение)
	Остров Парамушир					
2.	Эбеко	1156	51° 41' с.ш. 156° 01' в.д.	андезиты	сомма-везувий	1793,1833-1834, 1859, 1934-1935, 1963, 1965, 1967, 1969, 1987, 1989-90, 1991, 1998, 2005 г.
3.	Чикурачки	1817	50° 19'5 с.ш. 155° 27'5 в.д.	андезиты	стратовулкан	1853, 1854-1859, 1958, 1961, 1964, 1973, 1986, 2002, 2003, 2005 г.
4.	Татарина	1530	50° 18' с.ш. 155° 26' в.д.	андезиты	стратовулкан	Фумарольная деятельность
5.	Карпинского	1345	50° 09' с.ш. 155° 22' в.д.	андезиты	кальдерный вулкан	1952 г.
6.	Фусса	1772	50° 16' с.ш. 155° 15' в.д.	андезиты	стратовулкан	1737, 1742, 1793, 1854, 1857, 1969, 1978, 1981, 1982, 2004 г.
	Остров Онекотан					
7.	Асырминтар	570	49° 36' с.ш. 154° 54' в.д.	андезиты	стратовулкан	1938 г.
8.	Немо	1019	49° 36' с.ш. 154° 48' в.д.	андезиты	сомма-везувий	Современные лавовые потоки
9.	Креницына	1325	49° 21' с.ш. 154° 42' в.д.	андезибазальты	сомма-везувий	1846, 1879, 1952 г.
	Остров Симушир					
10.	Прево	1360	47° 01' с.ш. 152° 07' в.д.	андезиты	стратовулкан	1760, 1914 г.
11.	Заварицкого	624	46° 55' с.ш. 151° 57' в.д.	андезибазальты	стратовулкан	-
12.	Горящая сопка	891	46° 50' с.ш. 151° 45' в.д.	андезиты	сомма-везувий	1849, 1881, 1883, 1914, 1944 г.
	Остров Матуа					
13.	Пик Сарычева	1497	48° 05',5 с.ш. 153° 12' в.д.	андезибазальты	стратовулкан	1760, 1878-79, 1928, 1930, 1946, 1954, 1976 г.
	Остров Кетой					
24.	Пик Палласа	1002	47° 21' с.ш. 152° 28'5 в.д.	андезибазальты	щитовой стратовулкан	1947
	Острова Черные Братья					
25.	Черного	624	46° 31',5 с.ш. 150° 52',5 в.д.	андезибазальты	стратовулкан	1712/1713
26.	Сноу	~400	46° 31' с.ш. 150° 52',5 в.д.	андезибазальты	стратовулкан	1811, 1854, 1879 г.
27.	Брат Чирпой	752	46° 28' с.ш. 150° 48',5 в.д.	андезибазальты	сомма-везувий	-
	Остров Итуруп					
13.	Кудрявый	991	45° 23' с.ш. 148° 48' в.д.	андезибазальты	кальдерный вулкан	1778 (1779), 1883, 1946 г.
14.	Чирип	1564	45° 23' с.ш. 147° 55' в.д.	андезибазальты	стратовулкан	1843, 1860 г.
15.	Баранского	1126	45° 06' с.ш. 148° 02' в.д.	андезиты	стратовулкан	1951 г.
16.	Тебенькова	1212	45° 01' с.ш. 147° 55' в.д.	андезиты	сомма-везувий	-
17.	Иван Грозный	1158	45° 00' с.ш. 147° 52' в.д.	андезиты	сомма-везувий	1973 г.
18.	Атсонупури	1205	44° 49' с.ш. 147° 07' в.д.	андезиты	стратовулкан	1812, 1932 г.
19.	Берутарубе	1222	44° 28' с.ш. 146° 56' в.д.	андезибазальты	стратовулкан	1812 г.
	Остров Кунашир					
20.	Тятя	1822	44° 21' с.ш. 146° 15' в.д.	андезибазальты	сомма-везувий	1812, 1973 г.
21.	Менделеева	890	43° 59' с.ш. 145° 26' в.д.	андезибазальты	сомма-везувий	1880 г.
22.	Головнина	547	43° 53' с.ш. 145° 32' в.д.	андезиты	кальдерный вулкан	Слабая сольфатарная деятельность



Рис. 1. Цифровые модели рельефа действующих вулканов Курильских островов

Единственной возможностью максимального снижения риска и минимизации последствий катастрофических извержений на природную среду и цивилизацию является прогноз и своевременное оповещение о готовящихся вулканических извержениях. Этим целям служит система космического (спутникового) мониторинга активных вулканов, которая предназначена для решения основных задач: обнаружение и выявление предвестников катастрофических извержений, контроль развития происходящих событий, создание сценариев динамики извержений, с целью оценки масштаба и их последствий, влияющих на природную среду.

Методы компьютерной обработки позволяют оперативно строить цифровые трехмерные модели рельефа вулканов, наносить на них с высокой точностью дополнительные данные в географической системе координат (лавовые потоки, шлаковые конусы, разломы), моделировать места возникновения новых эруптивных центров, прогнозировать возможное направление движение новых селевых и лавовых потоков, лахар, создавать новые «цифровые слои» для количественной оценки объемов изверженного материала в реальном времени, отобразить на них петрохимические данные и возраст.

Для получения конечного результата используются российские и зарубежные программные продукты.

Выводы

Исследования со спутников позволяют в полном объеме обеспечить постоянное наблюдение за изменением морфологии кратеров вулканов, следить за изменениями теплового потока на них и осуществлять оперативную передачу информации в обрабатывающие центры и тем самым обеспечивать в реальном времени выявление критериев предвестников извержений. С появлением многоцелевых искусственных спутников земли (ИСЗ), а также открытостью и доступностью многих уникальных материалов космических съемок, получаемых как с отечественных, так и зарубежных орбитальных станций, значительно расширился диапазон их применения [Двигало, 2000; Дрознин, Шиндеров, 1992]

Система космического, самолетного и наземного мониторинга с использованием методов компьютерной обработки цифровых изображений высокого пространственного разрешения позволяет составлять новые уточненные карты, на которые наносятся новые «цифровые слои» в географической системе координат, на которых отображаются границы

изверженного материала, генетические и петрохимические характеристики пород. На базе этих данных создаются новые детальные карты вулканического районирования и создаются предпосылки для компьютерного моделирования вулканического процесса.

Список литературы

Авдейко Г.П., Хренов А.П., Флеров Г.Б., Токарев П.И., Широков В.А., Меняйлов И.А., Чирков А.М., Волынец О.Л., Дубик Ю.М., Вергасова Л.П. Извержение вулкана Алаид в 1972 году // Бюлл. вулкан. станций. 1974, С. 64-80

Андреев В.А. Шанцер А.Е., Хренов А.П., Нечаев В.А., Округин В.М. Извержение вулкана Пик Сарычева в 1976 г. // Бюлл. вулканол. Станций, 1978ю № 55. С. 35-40

Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 287 с.

Двигало В.Н. Морфологические предвестники (первые признаки) активизации некоторых вулканов Камчатки // Вулканология и сейсмология, 2000. № 4. С. 3-16.

Дрознин В.А., Шиндеров Б.Л. Опыт интерпретации геотермальной и инфракрасной съемок // Вулканология и сейсмология, 1992. № 4. С. 63-69.

Кирсанов И.Т., Хренов А.П., Вакин.Е.А. Действующие вулканы Камчатки и Курильских островов в 1973 г. // Бюлл. вулканол. Станций, 1975. № 51. С. 3-18.

Иванов Б.В., Кирсанов И.Т., Чирков А.М., Хренов А.П. Действующие вулканы Камчатки и Курильских островов в 1978-1979 гг. // Вулканология и сейсмология, 1979. № 6. С. 94-100.

Хренов А.П., Богатиков О.А., Дрознин Д.В., Лексин А.Б., Маханова Т.М. Трехмерные цифровые модели вулканов по материалам радиолокационных измерений // Доклады РАН, 2005. Т.202. № 1, С. 71-75.