

## Вулкан Пектусан в экспозициях Музея Дальневосточного геологического института ДВО РАН

Пропаганда научных достижений является одной из важнейших задач научных музеев, особенно в 2014 г., который объявлен в России Годом науки.

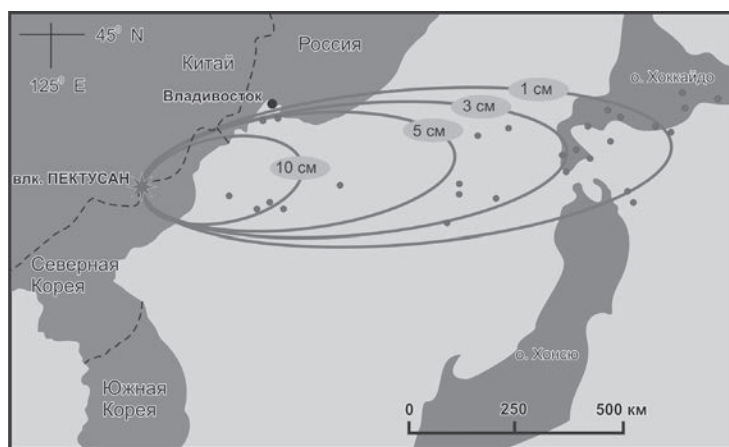
Научный музей – посредник между наукой и обществом. Музей Дальневосточного геологического института ДВО РАН кроме пополнения коллекций и создания новых экспозиций в последние годы разрабатывает образовательные программы и виртуальные научно-образовательные экскурсии [9, 13]. Научно-популярные статьи и видеоматериалы размещаются на официальном сайте института ([www.fegi.ru](http://www.fegi.ru)) и активно просматриваются пользователями Интернета.

В 2013 г. музеем была подготовлена новая экспозиция и видеофильм «Вулкан Пектусан – уникальный пример современного внутриплитного вулканизма на восточной окраине Азиатского континента». Пектусан (по-корейски), или Байтоушань (по-китайски), – самый большой и активный стратовулкан, расположенный на границе Северной Кореи и Китая, всего в 300 км от Владивостока по прямой. Он является объектом международного научного и экологического туризма и привлекает не только обычных туристов, но и ученых – географов, геологов, ботаников, археологов.

На территории Приморского края много вулканов, извергавшихся миллионы лет назад и не представляющих сегодня никакой угрозы. Но на прилегающей к Приморью территории Китая расположены зоны новейшего вулканизма – Чанбайшань, Цинбоху и Удалянчи, которые заслуживают особого внимания как потенциально опасные [12]. Вулканические события в них развивались на протяжении длительного времени, начиная с раннего миоцена. Активные извержения происходили и в исторический период.

Пектусан в переводе звучит как белая, или белоголовая, гора. Вулкан назван так из-за белого цвета пемзы, покрывающей его склоны. Это один из четырех стратовулканов в составе Чанбайшаня. Наиболее детально изучено катастрофическое извержение Пектусана 969 г. н.э. [16]. Тогда поднявшийся на высоту 35 км вулканический пепел накрыл юг Приморья, акваторию Японского моря и Японские острова (см. рисунок). Пеплово-пемзовые

Ареал рассеяния вулканического пепла при катастрофическом извержении влк. Пектусан в 969 г. н.э. Точками указаны места обнаружения пепла в донных осадках Японского моря, на юге Приморья и о-ве Хоккайдо [10, 12, 16, 17], изогипсами – мощность пепловых отложений



отложения этого извержения 30-метровым слоем покрыли восточные склоны вулкана и погребли большой участок леса. Раскаленные массы вулканического пепла и пемз стали причиной лесных пожаров [4, 15].

Первым влк. Пектусан и кратерное озеро описал русский исследователь Иван Иванович Стрельбицкий во время его экспедиции по Корее и Китаю в 1895–1896 гг. [14]. В 1897 г. на вершине вулкана побывал известный дальневосточный геолог Эдуард Эдуардович Анерт [1]. Спустя год его посетил путешественник и писатель Николай Георгиевич Гарин-Михайловский [3], который стал очевидцем фреатического извержения вулкана на дне кратерного озера. В 1959 г. на вулкане работал сотрудник Дальневосточного геологического института Евгений Петрович Денисов [5]. С 2002 по 2007 г. ученые ДВГИ ДВО РАН проводили здесь геохимические и георхеологические исследования [6]. Собран представительный материал по постройке конуса стратовулкана Пектусан, получены новые данные о химическом и микроэлементном составе вулканических пород, в том числе включений нефелиновых сиенитов в пемзах и вулканических стекол трахидацитового, пантеллеритового и трахириолитового состава, составлена схема последовательности вулканических извержений [2, 7, 8, 11, 12]. По результатам исследований в музее подготовлена новая экспозиция образцов изверженных пород, состоящих из щелочных базальтов, трахитов, сиенитов, пантеллеритов, комендитов, вулканических стекол и пемз. Кроме того, создан научно-популярный фильм, представляющий собой виртуальную геологическую экскурсию по влк. Пектусан и рассказывающий о геологическом строении вулкана, его прошлом, настоящем и будущем. Это очень важно, так как в определенные периоды вулканической активности происходили и, по мнению вулканологов, будут происходить катастрофические извержения.

Пектусан – единственный действующий стратовулкан на восточной окраине Азиатского материка. Он относится к типу конических, возвышающихся на пьедестале более древней щитовой базальтовой постройки Чанбайшаня. К югу от него, на территории Северной Кореи, на базальтовом плато в более ранний период сформировались стратовулканы Северный и Южный Баотайшань (Малый Пектусан). Щитовой базальтовый вулкан Чанбайшань образовался 4,5 млн л.н. в результате массовых трещинных излияний базальтовой лавы. Около 3 млн л.н. в центральной части щитовой постройки извержения щелочных трахитов привели к возникновению вулканического конуса из лав и туфов [4]. Его высота достигала 3000 м. В тот же период и позднее на обширной территории базальтового плато и за его пределами наблюдались ареальные паразитические извержения щелочных базальтов, сформировавшие огромное количество трубок взрыва, шлаковых конусов и мааров.

Около 100 тыс. л.н. на Пектусане случилось катастрофическое извержение, сопровождавшееся разрушением вершины вулкана и выбросом колоссального количества магмы. Так у вулкана возникла вершинная кальдера. Позднее в ее пределах неоднократно происходили мощные эксплозивные извержения с выбросом огромного количества вулканического пепла, пемз, излияний отдельных потоков лавы. Пирокластические породы мощным чехлом покрывают склоны вулкана и базальтовое плато. О том, что кальдера сформировалась в результате нескольких эксплозивных извержений, свидетельствует ее форма в виде нескольких слившихся кратеров (фото влк. Пектусан см. на вклейке).

Поверхностные воды постепенно заполняли воронкообразное днище кальдеры. Кальдерное озеро называется по-китайски Тяньчи, а по-корейски Чхонджи, что в переводе означает Небесное. В настоящее время озеро имеет размеры 4 x 3 км и глубину около 400 м. В периоды похолоданий здесь возникали ледники. Это подтверждается наличием ледникового кара на северо-западном склоне. Крутые, часто вертикальные внутренние склоны кальдеры сложены потоками темных трахитовых и пантеллеритовых лав, игнимбритов и перекрывающих их вдоль кромки вершины светлых горизонтов комендитовой пемзы. Вот как Н.Г. Гарин-Михайловский описывает в своем дневнике первое впечатление от озера, увиденного им с вершины вулкана: «Картина, развернувшаяся перед нами, была

поразительная, захватывающая, ошеломляющая. Там, внизу, на глубине полторы тысячи фунтов сверкало зеленое, версты на две, озеро. Как самый лучший изумруд сверкало это зеленое, прозрачное, чудное озеро, все окруженное черными иззубренными замками или развалинами этих замков. Темные, закоптелые стены снизу поднимались отвесно вверх и причудливыми громадными иззубринами окружали кратер» [3, с. 173].

Пемзовые отложения содержат многочисленные обломки и глыбы различных пород – фрагментов вулканической постройки, захваченных при извержении. На кромке кальдеры пемзы слагают скалы причудливой формы. Необычна и окраска этих пемз – от белой до оранжевой.

С кромки кальдеры виден исток р. Эрдаобайхэ, впадающей в Сунгари. Вдоль тектонической трещины река пропилила стенку кратера и на внешнем северном склоне вулкана водопадом низвергается с 68-метрового уступа в каньонообразную долину. Крутые скалистые стенки бортов долины, сложенные мощными застывшими покровами трахитовых лав, отражают строение конуса вулкана. Русло реки сформировалось вдоль зоны разлома и гидротермального изменения трахитов. Ниже водопада есть выходы горячих источников, свидетельствующих о неглубоко залегающем очаге магмы. Температура в них достигает 80 °С.

У подножия вулкана русло реки прорезает рыхлые пемзовые отложения, образовавшиеся 60 тыс. л.н. По химическому составу эти пемзы относятся к щелочным трахитам. На одном из притоков Эрдаобайхе, недалеко от главных ворот в парк Чанбайшань, на правом борту долины, названной Долиной плавающих камней, эрозионные процессы создали удивительный пейзаж с останцовыми скалами различной скульптурной формы.

По данным китайских вулканологов, последнее извержение Пектусана произошло в 1903 г. До этого вулкан извергался в 1898 г. Как отмечалось выше, свидетелем этого извержения стал Н.Г. Гарин-Михайловский. Он видел, как «...со дна озера летит вверх облако, в котором все: и мелкие камни, и пыль, и пары, которые там, на озере, как в закипевшем вдруг котле пробежали по его поверхности. Нас обдало этим страшным паром-песком. А через мгновение еще нежное белое облако уже высоко над потухшим кратером поднялось в небо в причудливой форме фантастического змея» [3, с. 174]. По наблюдениям вулканологической обсерватории Чанбайшаня, в последние годы появились признаки повышения активности вулкана: повысилась температура воды в горячих источниках, участились землетрясения. Учитывая установленную учеными периодичность извержений Пектусана с выбросом тefры и пепла на огромные расстояния и высоту (приблизительно через 1000 лет после относительного спокойствия) и то, что крупномасштабное извержение вулкана наблюдалось в 969 г. н.э., нельзя исключать, что в недалеком будущем мы станем свидетелями очередного катастрофического извержения.

Приведем несколько сценариев прогноза возможных последствий масштабного извержения влк. Пектусан, предложенных чл.-корр. РАН В.Г. Сахно [12].

При катастрофическом взрыве произойдет разрушение стенок вершинной кальдеры вулкана, и огромный объем воды хлынет из кальдерного оз. Тяньчи. Все населенные пункты могут быть смыты мощным грязе-водяным валом на большой площади к северу от центра взрыва.

При взрыве, направленном на восток, выбросы пеплов и пемзы могут вызвать нарушение экологического равновесия в водах Японского моря и гибель морской фауны на прилегающей к Северной Корее акватории. В южных районах Приморья и на островах Японского архипелага выпадение даже небольшого слоя пепла выведет из строя все жизненно важные объекты водоснабжения и теплоэнергетики.

Если подобный взрыв с выбросом пеплов будет направлен на север или северо-восток, то пеплопадом будет охвачена вся территория Приморья, юг Хабаровского края и северо-восток Китая, где проживает в общей сложности более 100 млн чел. и сосредоточены важнейшие промышленные и военные объекты.

В любом случае предупреждение об опасности может смягчить последствия возможного катастрофического извержения Пектусана, поэтому за состоянием вулкана осуществляются постоянные наблюдения, в том числе с помощью космических и сейсмических методов. Зная о потенциальной опасности вулкана, правительства КНР и КНДР уделяют серьезное внимание вопросам прогноза вулканической деятельности в этом районе. Китайские ученые организовали здесь вулканологическую обсерваторию, где проводится мониторинг землетрясений и гидротермальной активности вулкана с использованием наземных приборов и космических станций слежения. Ученые-геологи КНДР обратились к британским коллегам с предложением о совместных исследованиях в районе Пектусана. В 2013 г. группа американских и британских ученых совершила недельную поездку на вулкан, где собрала образцы изверженных пород и установила широкополосную сеть приборов сейсмического слежения. Информация об этой поездке опубликована в журнале «Science» [18].

Для восточных народов Пектусан – священная гора. Однако сюда приезжают туристы не только из Китая, Южной Кореи, Японии, но и из России, Европы, Америки, Австралии. На монументе, установленном вблизи края кальдеры, воспроизведено факсимиле названия озера из двух иероглифов, написанных рукой Дэн Сяо Пина. Посетив летом 1983 г. вулкан, он сказал, что тот, кто не был здесь, напрасно прожил жизнь. Интерес к этому уникальному природному объекту, своего рода «изюминке» национального природного заповедника Чанбайшань, постоянно растет. Заповедник включен ЮНЕСКО в список мест всемирного наследия и является районом активного научно-экологического туризма в Восточной Азии. На страницах Интернета любознательный читатель найдет много материалов и прекрасных фотографий, посвященных Пектусану. Наш фильм об этом удивительном природном объекте размещен на видеопортале ДВГИ ДВО РАН в разделе «Виртуальные экскурсии» (<http://video.fegi.ru>), а научные и научно-популярные статьи можно найти в электронной библиотеке института (<http://fegi.ru/elibrary>).

#### ЛИТЕРАТУРА

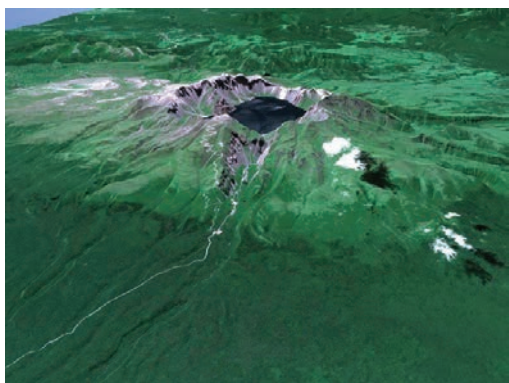
1. Анерт Э.Э. Путешествие по Маньчжурии. СПб., 1904. 566 с. (Зап. Рус. геогр. о-ва по общей географии. Т. 35).
2. Вулканические стекла Дальнего Востока России: геологические и археологические аспекты. Владивосток, 2000. 168 с.
3. Гарин Н.Г. Из дневника кругосветного путешествия по Корее, Маньчжурии, Ляодунскому полуострову. М.: Географгиз, 1949. 404 с.
4. Геология Кореи. Пхеньян: Изд-во книг на иностр. языках, 1993. 663 с.
5. Денисов Е.П. О вулкане Байтоушань (Пектусан) // Геологические и геофизические исследования в вулканических областях. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 70–74.
6. Кузьмин Я.В., Попов В.К. Пектусан–Чанбайшань: в поисках разгадки тайны Приморского обсидиана // Дальневост. ученый. 2002. № 21. С. 10–11.
7. Попов В.К., Сандиминова Г.П., Веливецкая Т.А. Вариации изотопов стронция, неодима и кислорода в породах щелочной базальт-трахит-пантеллерит-комендитовой серии вулкана Пектусан // Докл. АН. 2008. Т. 419, № 1. С. 329–334.
8. Попов В.К., Сахно В.Г., Кузьмин Я.В., Гласкок М.Д., Цой Б.К. Геохимия вулканических стекол вулкана Пектусан // Докл. АН. 2005. Т. 403, № 2. С. 248–252.
9. Попов В.К. «Живые» камни полуострова Краббе // Наука в России. 2013. № 6. С. 103–110.
10. Разжигаева Н.Г. Индикация голоценовых извержений вулкана Пектусан (Байтоушань) по распределению вулканического стекла в прибрежно-морских осадках Японского моря // Вулканология и сейсмология. 1988. № 4. С. 104–107.
11. Сахно В.Г. Вулкан Пектусан: Хронология извержений, состав и эволюция магм на основе K–Ar датирования и изотопов  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  // Докл. АН. 2007. Т. 412, № 2. С. 226–233.
12. Сахно В.Г. Новейший и современный вулканизм юга Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2008. 128 с.
13. Соляник В.А., Попов В.К. Полуостров Краббе: уникальный геологический объект научного и культурно-познавательного туризма // Вестн. ДВО РАН. 2012. № 6. С. 165–171.

14. Стрельбицкий И.И. Из Хунчуна в Мукден и обратно по склонам Чан-бай-шанского хребта: Отчет о семимесячном путешествии по Маньчжурии и Корее в 1895–1986 гг. СПб., 1897. 155 с.
15. Чичагов В.П., Мук Р.К., Черкинский А.Е., Чичагова О.А. Радиоуглеродный возраст деревьев, погребенных тефрой вулкана Пектусан на севере Кореи // Докл. АН. 1989. Т. 306, № 1. С.169–172.
16. Horn S., Schmincke H.-U. Volatile emission during the eruption of Baitoushan Volcano (China/North Korea). 969 AD // Bull. Volcanol. 2000. Vol. 61. P. 537–555
17. Machida H., Arai F. Extensive ashfall in and around the Sea of Japan from large later quaternary eruptions // J. Volcanol. and Geotherm. Res. 1983. Vol. 18. P. 151–164.
18. Stone R. Sizing up a slumbering giant // Science. 2013. Vol. 341. P. 1060–1061.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта ДВО–СО и УрО РАН № 12-П-СУ-08-012.

*\* В.А. СОЛЯНИК – старший научный сотрудник,  
В.К. ПОПОВ – к.г.-м.н., ведущий научный сотрудник  
(Геолого-минералогический музей  
Дальневосточного геологического  
института ДВО РАН, Владивосток).  
\* E-mail: solyanik109@mail.ru*

К статье В.А. Соляник, В.К. Попова «Вулкан Пектусан в экспозициях  
Музея Дальневосточного геологического института ДВО РАН»



Вулкан Пектусан. Вид с северной (китайской) стороны. По левому борту долины р. Эрдаобайхе идет дорога к вершинной кальдере вулкана ([www.wonders-world.com/2010/02/worlds-most-threatening-volcanoes.html](http://www.wonders-world.com/2010/02/worlds-most-threatening-volcanoes.html))

Конфигурация вершинной кальдеры влк. Пектусан свидетельствует о ее происхождении в результате нескольких мощных эксплозивных извержений ([http://static.baza.farpost.ru/v/1301475146464\\_bulletin](http://static.baza.farpost.ru/v/1301475146464_bulletin))



Вершинная кальдера влк. Пектусан заполнена небесно-голубыми водами оз. Тяньчи



Стенки кальдеры сложены потоками темных трахитовых лав, черных вулканических стекол и перекрывающих их светлых горизонтов комендитовой пемзы



Отложения пемзы на кромке кальдеры часто образуют остроконечные гребни причудливой формы



Воды р. Эрдаобайхе устремляются вниз с высокого 68-метрового уступа, сложенного трахитовыми лавами



Ярко окрашенные цианобактериальные маты в зоне выхода горячих источников в долине р. Эрдаобайхе



Стенки большого каньона на западном склоне влк. Пектусан сложены пемзовыми отложениями причудливой формы и различной окраски



Пеплово-пемзовые останцовые скалы в Долине плавающих камней