

ВУЛКАНИЗМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Механизм и причины вулканизма

Типы извержений

Продукты извержений

Прогноз извержений и эколого-геологическая оценка последствий

1. Механизм и причины вулканизма

Наряду с землетрясениями другим мощным проявлением эндогенных сил Земли является **вулканизм**. Вулканические процессы играют огромную роль в геодинамике Земли, с ними парагенетически связаны и многие другие геологические процессы, такие как породообразование вулканитов, гидротермальные явления, дегазация, вулканические землетрясения, рудогенез, осадконакопление, склоновые процессы. Не меньшее значение их изучение имеет и в эколого-геологическом аспекте, поскольку вулканические процессы и вулканические извержения часто являются катастрофическими для биоты и человека.

Географическое размещение действующих вулканов. Современные вулканы расположены вдоль молодых горных хребтов или вдоль крупных разломов (грабенов) на протяжении сотен и тысяч км в тектонически подвижных областях. Почти две трети вулканов (500) сосредоточены на островах и берегах Тихого океана (Тихоокеанский вулканический пояс). Из них 300 действующих. В пределах России основное количество действующих вулканов сосредоточено на Камчатской (28) и Курильской островных дугах (40). Из других районов по количеству действующих вулканов выделяется район Атлантического океана (70, из них 40 только в Исландии).

Средиземноморье (Везувий, Этна, Санторин, Эльбрус, Казбек).

Восточная Африка (всего 40, из них 16 действующих). Такое географическое размещение вулканов указывает на тесную связь между поясами вулканической деятельности и подвижными зонами земной коры.

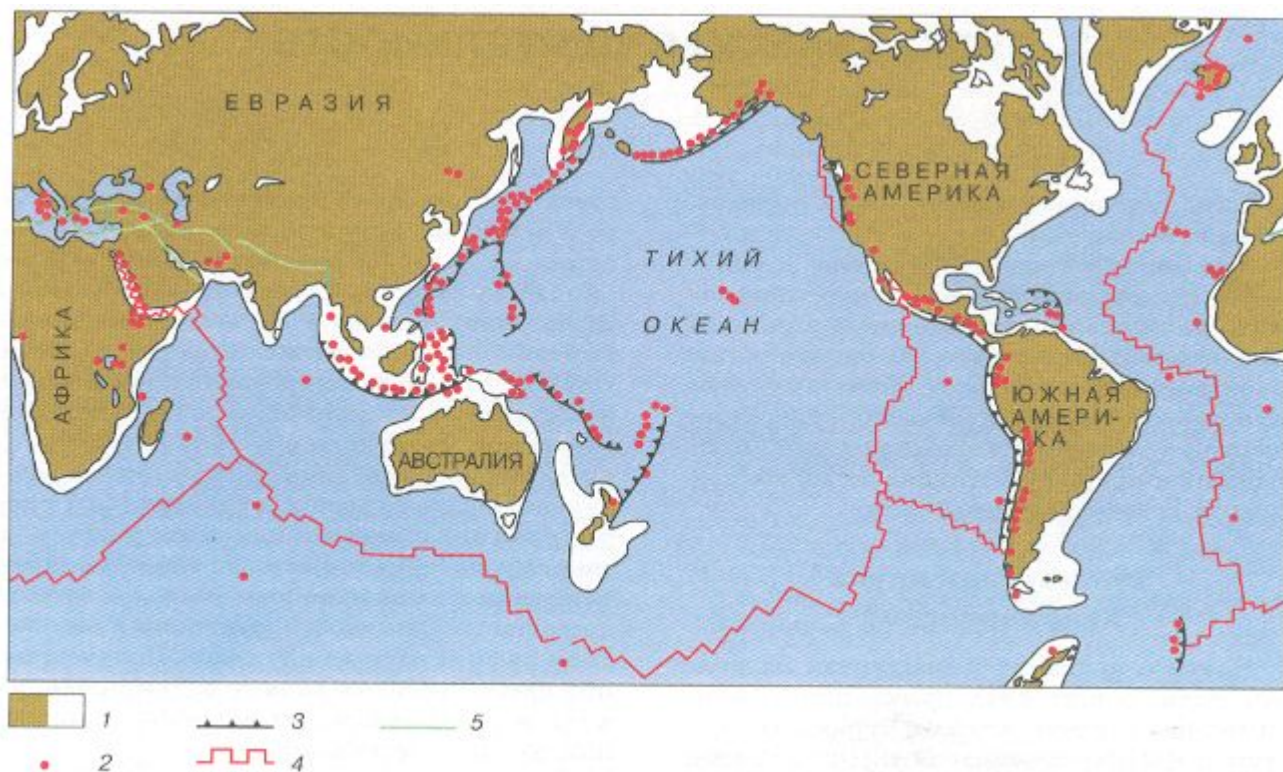


Рис.1. Размещение современных вулканов (по Т.И.Фроловой, 2000):
 1 – континентальная кора; 2 – вулканы; 3 – глубоководные желоба; 4 –
 трещинные излияния базальтов (вдоль срединных хребтов); 5 – зоны
 континентального сжатия (коллизии)

2. Типы вулканических извержений

. В зависимости от формы подводящих каналов вулканы разделяют на *центральные* и *трещинные*. Глубинные магматические очаги могут находиться в верхней мантии на глубине порядка 50—70 км (вулкан Ключевская Сопка на Камчатке и Килауэа на Гавайских островах) или в земной коре на глубине всего 5—6 км (вулкан Везувий, Италия).

Извержения вулканов не всегда одинаковы. В зависимости от количественных соотношений извергаемых вулканических продуктов (газообразных, жидких и твёрдых) и вязкости лав выделены 4 главных типа извержений: **эффузивный, смешанный, экструзивный и эксплозивный**, или, их еще называют, соответственно — **гавайский, стромболианский, купольный и вулканский**.

Гавайский тип извержения, создающий чаще всего щитовидные вулканы, отличается относительно спокойным излиянием жидкой (базальтовой) лавы, образующей в кратерах огненно-жидкие озёра и лавовые потоки. Газы, содержащиеся в лаве этого типа в небольшом количестве, образуют фонтаны, комки и капли жидкой лавы, которые вытягиваясь в полёте, дают тонкие стеклянные нити (вулкан Килауэа).

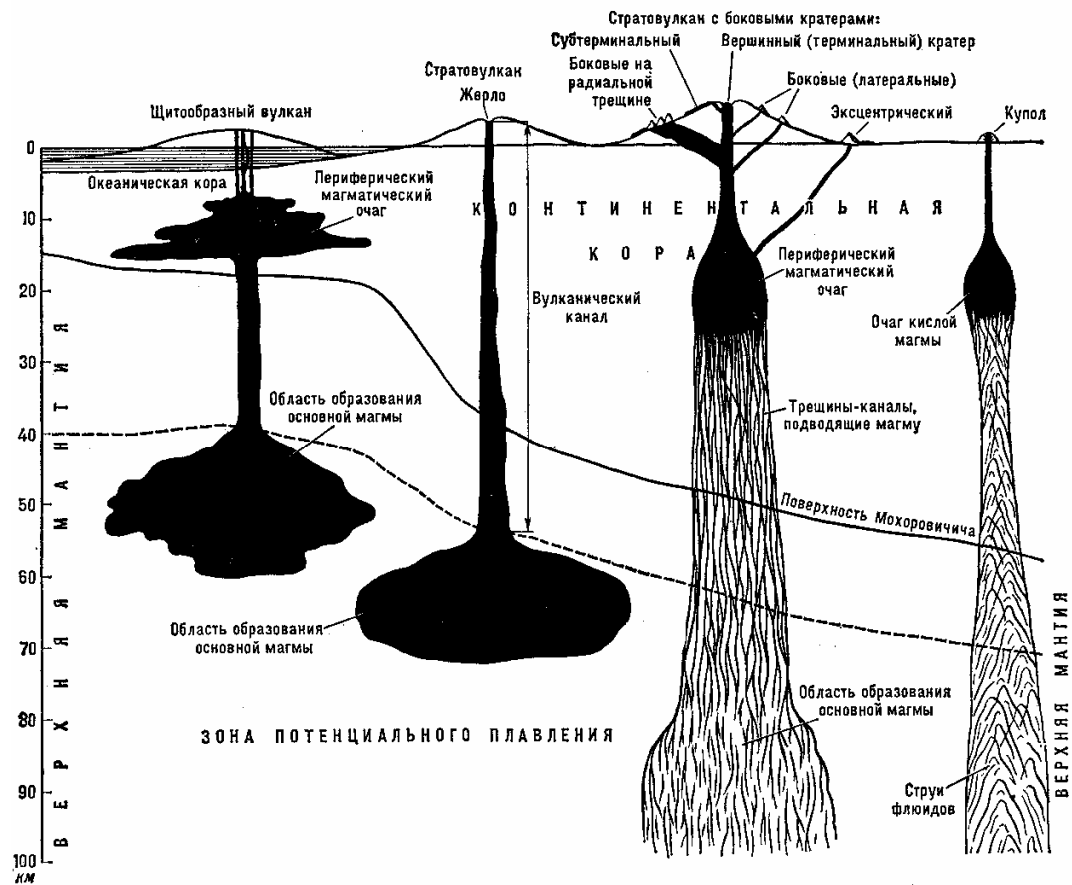


Рис. 2. Типы вулканов

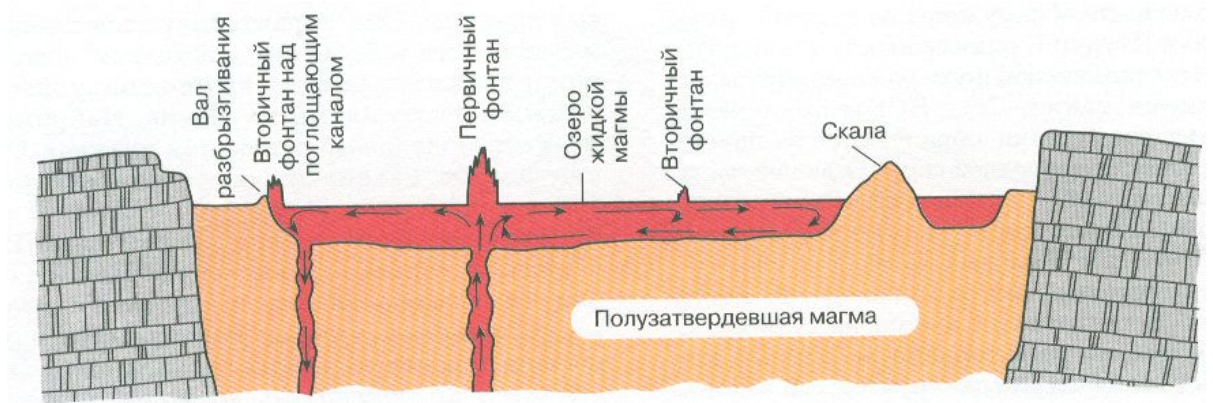


Рис. 3. Разрез через лавовое озеро Халемаума (вулкан Килауэа, Гавайи) (по Г. Макдональду, 1975)

В стромболианском типе извержений, создающем обычно стратовулканы, наряду с достаточно обильными излияниями жидких лав базальтового и андезито-базальтового состава (образуют иногда очень длинные потоки), преобладающими являются небольшие взрывы, которые выбрасывают куски

шлака и разнообразные витые и веретенообразные бомбы (вулкан Стромболи на Липарских островах, некоторые извержения Ключевской Сопки).



Рис. 4. Аэрофотоснимок извержения вулкана Килауэа (1967 г.)



Рис. 5. Вулкан Ключевская сопка (стромболианский тип)

Для купольного типа характерно выжимание и выталкивание вязкой средней или кислой (андезитовой, дацитовой или риолитовой) лавы сильным напором газов из канала. и образование куполов (вулкан Центральный

Семячик на Камчатке), конусокуполов (вулкан Иванова) и обелисков (В. Шивелуч на Камчатке).

В вулканском (эксплозивном взрывном) типе большую роль играют газообразные вещества, производящие взрывы и выбросы огромных чёрных туч, переполненных большим количеством обломков лав. Лавы вязкие андезитового, дацитового или риолитового состава образуют небольшие короткие потоки (вулкан Вулькано, Авачинская Сопка и Карымская Сопка на Камчатке).

Куполообразующие извержения иногда сопровождаются раскалёнными или достаточно охлажденными лавинами, а также грязевыми потоками. Ультравулканский подтип выражается в весьма сильных взрывах, выбрасывающих огромные количества обломков лав и пород стенок канала.

Извержения подводных вулканов, расположенных в очень глубоких местах, обычно незаметны, так как большое давление воды препятствует взрывным извержениям. В мелких местах извержения выражаются взрывами (выбросами) огромных количеств пара и газов, переполненных мелкими обломками лавы. Взрывные извержения продолжаются до тех пор, пока извергаемый материал не образует острова, поднимающегося над уровнем моря. После чего взрывы сменяются или чередуются с излияниями лавы.

Извержения вулканов бывают длительными (в течение нескольких лет, десятилетий и столетий) и кратковременными (измеряемые часами).

3. Продукты извержений

Продукты извержения вулканов бывают газообразными (вулканические газы), жидкими (лава) и твёрдыми (вулканические горные породы). В зависимости от характера извержений и состава магмы на поверхности образуются вулканические сооружения различной формы и высоты. Это трубообразный или трещинный канал, жерло его (самая верхняя часть канала), окружающий канал с разных сторон мощных накоплений лав и вулканообломочных продуктов и кратера (чашеобразной впадины, расположенной на вершине сооружения). Наиболее распространёнными формами сооружений являются конусообразные (при преобладании выбросов обломочного материала), куполообразные (при выжимании вязкой лавы) и пологие щитовидные (при преобладании излияний жидкой лавы).

Извержения происходят не только через вершинный главный кратер, но и через побочные (паразитические) кратеры, расположенные на склонах и на некотором удалении от них. При однократных извержениях газов, пробивающих канал до земной поверхности, нередко образуются воронкообразные впадины, окаймленные кольцевым валом из глыб различных пород; такие воронки, нередко заполненные водой, называются маарами. Сильные извержения иногда сопровождаются обрушениями части вулканического сооружения, а часто и прилегающей местности; образующиеся впадины диаметром от нескольких км до первых десятков км называются кальдерами (до 50, 30 км штат Невада, Клорадо.)

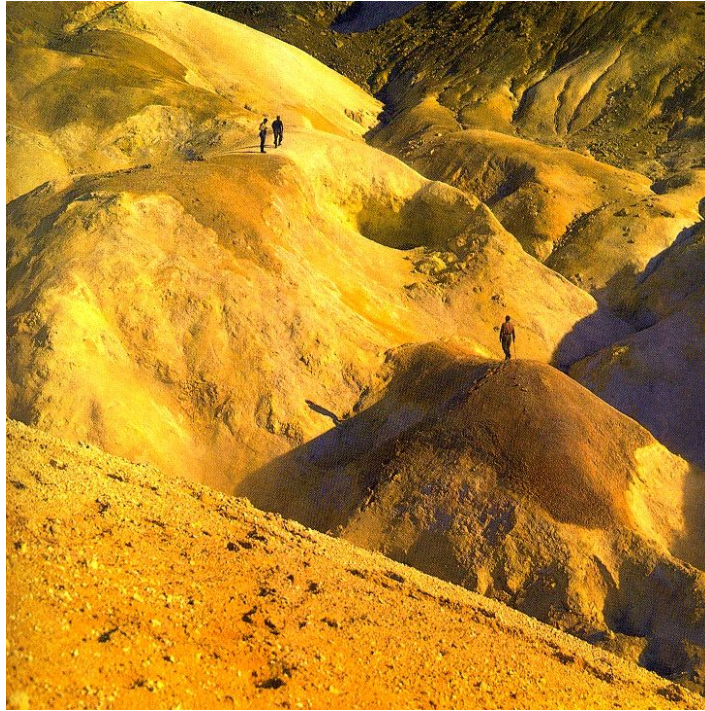


Рис. 6. Пепловые отложения на склонах вулкана Бурлящий (Камчатка)



Рис.7. Гейзер в Йеллостоунском национальном парке, США (фото С.Д. Херона)



Рис. 8. Фумаролы в кальдере Узон (Камчатка)

4. Прогноз извержений, эколого-геологическая оценка и способы борьбы с этим явлением

Режим, т.е. периодичность извержений вулканов, даже тех, которые давно наблюдаются людьми, остается во многом неразгаданной тайной. Действующими считаются вулканы, извержения которых хотя бы один раз отмечены за последние 3500 лет. Их общее число на земном шаре — 947. Основные вулканы уже известны, новые вулканы иногда рождаются как подводные, образуя острова в морях и океанах. Точно предсказать место и время очередного прорыва лавы в пределах вулканической постройки задача не из легких (Экогеология России, 2000).

Вулканическое извержение - несравнимое ни с чем по грозному величию и внушаемому им страху явление природы. Однако человек научился если не устранять вулканические извержения, то, по крайней мере, их предсказывать и существенно уменьшать ущерб от небольших лавовых потоков. Один из способов - бомбардировка лавовых потоков высоко в горах. Жидкие лавы обычно текут по трубе под твердой остывшей кровлей. Бомбардировка таких лавовых потоков имеет назначением разбить кровлю, запрудить трубу обломками, вызвать изливание лавы на поверхность и отвести, таким образом, лаву от фронта потока. Кроме того, сильное взбалтывание жидких лав в трубе нарушает газовое равновесие лавы, она превращается в вязкую лаву и движение ее может прекратиться. Вязкие лавы обычно текут по руслам, многократное переполнение которых вызывает образование высоких дамб, вследствие чего поверхность лавы в русле на несколько метров оказывается выше окружающей местности. Бомбардировка таких лавовых потоков имеет назначением разрушить дамбу в тех местах, где уровень лавы по отношению к

местности высок, и заставить лаву растечься; лавовый поток при этом может замедлиться или даже остановиться (Тер-Степанян, [1985](#)).

Может оказаться эффективной бомбардировка стенки конуса возле самого жерла, чтобы вынудить жидкую лаву излиться из кратера на окружающую поверхность. Борьба с лавовыми потоками возможна путем устройства искусственных барьеров и даже поливания водой. Известны случаи успешного отвода лавового потока в Исландии от порта путем поливания лавы водой.



Рис. 9. Лава, застывшая на шоссе, Гавайские о-ва, 1994 г.

Вулканические извержения в ряде случаев сопровождаются [лахарами](#) - грязевыми потоками, вызванными прорывом кратерных озер, таянием снега на склонах вулканов, проливными дождями при извержениях и др.; разрабатываются методы предсказания лахаров, защиты от них и определения риска (Тер-Степанян, [1985](#)).

Прогноз извержений основывается на анализе длительного режима сейсмических событий в районе, наблюдениях за активностью выбросов пепла и газов, уровнем, составом и температурой водоисточников в периоды затишья. К предвестникам извержения относятся вулканические землетрясения, акустические явления, изменения магнитных свойств и состава фумарольных газов и другие явления.

Экологические последствия извержения наземных вулканов многообразны и часто трагичны. Извержение обычно начинается усилением выбросов газов сначала вместе с тёмными, холодными обломками лав, а затем с раскалёнными. Эти выбросы в некоторых случаях сопровождаются излиянием лавы. Высота подъёма газов, паров воды, насыщенных пеплом и обломками лав, в зависимости от силы взрывов, колеблется от 1 до 5 км (во

время извержения вулкана Безымянного на Камчатке в 1956 она достигла 45 км). Ключевская сейчас до 9км. Выброшенный материал переносится на расстояния от нескольких до десятков тыс. км.



Рис. 10. Последствия извержения вулкана, Гавайские острова

Объем обломочного материала порой достигает нескольких км³. При некоторых извержениях концентрация вулканического пепла в атмосфере бывает настолько большой, что возникает темнота, подобная темноте в закрытом помещении. Это имело место в 1956 в посёлке Ключи, расположенном в 40км от В. Безымянного. Извержение представляет собой чередование слабых и сильных взрывов и излияний лав. Взрывы максимальной силы называются кульминационным пароксизмом. После них происходит уменьшение силы взрывов и постепенное прекращение извержений

Последствия бывают порой катастрофическими. Так, например, при извержении Везувия, расположенного на юге Италии, в 79 г. н.э. были полностью засыпаны раскаленным пеплом и погибли города Помпеи и Геркуланум. В Восточной Африке в пределах Восточно-Африканской рифтовой системы, где находятся условно потухшие вулканы типа Килиманджаро и более 40 действующих, была обнаружена "Долина смерти", где животные погибают от скоплений выделяющихся вулканических газов CO₂, CO, H₂S, CH₄, H, HCl и недостатка кислорода.

Потоки лавы с температурой до 1000-1200 °С сжигают все живое на своем пути, вулканический пепел и бомбы (раскаленные куски лавы) разрушают постройки. При извержениях пепел способен подниматься в высокие слои атмосферы и тропосферу на 45-50 км и разноситься на сотни и тысячи километров. Объем выброшенного обломочного материала может достигать нескольких кубических километров (Экогеология России, 2000).

Пепловые извержения нарушают атмосферные равновесия и вызывают опасные побочные явления — сильные ливни и грозы, селевые потоки, способные разрушить инженерные сооружения, уничтожить растительность и животных, вплоть до полного уничтожения экосистем.

Как и иные эндогенные процессы, активные вулканы *меняют условия среды обитания* различных организмов, а, следовательно, влияют на состояние и эволюцию прилегающих к ним экосистем, в частности они могут влиять на экологическую *сукцессию* (последовательность заполнения экологических ниш). Так, например, в результате извержения вулкана может почти полностью разрушиться та или иная экосистема и сформироваться так называемая «фаза обнажения» - появление незаселенного пространства. Это вызовет следующую фазу сукцессии – миграцию организмов на «незаселенную» территорию, затем их колонизацию этой территории и т.д. Таким образом, интенсивность и частота вулканических проявлений определенным образом обуславливает динамику сукцессий в экосистемах.

Извержения вулканов почти всегда сопровождаются землетрясениями различной силы, иногда разрывами земной коры, нарушениями вблизи очага всех природных геофизических полей, выделениями разнообразных эманации, которые могут оказаться губельными для человека и животных.



Рис. 11. Фудзияма – самая высокая горная вершина (3776 м) Японии. Это вулкан с кратером диаметром около 500 метров и глубиной до 200 метров.

Самые разрушительные извержения произошли в 800, 864 и 1707 г.г.

Сравнительно кратковременные извержения вулканов сменяются длительными периодами поствулканической деятельности. В кратерах и на склонах действующих вулканов формируются термальные источники

разнообразного состава, на фумарольных полях образуются месторождения самородной серы, гидротермальные рудные месторождения и т.п. После извержения вулканов районы снова заселяются людьми, так как на вулканических породах образуются плодородные почвы.

Древний вулканизм

Вулканические породы известны с архея, хотя они дошли до нас в измененном виде (метаморфизованные). Наиболее впечатляют обширные провинции траппового вулканизма – мощные излияния базальтовых лав на континентах на огромных площадях. Они известны с докембрия, широко проявлены в девоне, триасе и юре. Нет сомнений, что для биоты такие территория была несовместимы с жизнью (плато Декан, Тунгусская синеклиза, плато Колорадо)



Рис.12. Траппы Деканского Плато (Плато Декан или Южное Плато). Занимает территорию почти всей Южной Индии (трапп со шведского – лестница) чередование черных прочных базальтов и мягких светлых пород – туфов.