

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Исследование реакции атмосфера на вулканические извержения в
мезомасштабе**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента _____ 4 _____ курса _____ 411 _____ группы

направления _____ 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

_____ географического факультета

_____ Михайлова Александра Олеговича

Научный руководитель

_____ доцент, д.г.н., доцент

_____ С.В. Морозова

Зав. кафедрой

_____ к.г.н., доцент

_____ М.Ю. Червяков

Саратов 2021

Введение. По разным подсчетам в данный момент на Земле насчитывается от 1000 до 1500 активных вулканов, вулканы воздействуют на природную среду несколькими способами. Во-первых, прямым воздействием на окружающую среду извергающихся вулканических продуктов (пепел, лава и т.п.), во-вторых, воздействием газов и тонких пеплов на атмосферу и тем самым на климат, в-третьих, воздействием тепла продуктов вулканизма на лёд и на снег, часто покрывающих вершины вулканов, что приводит к катастрофическим селям, наводнениями, лавинам, в-четвёртых, вулканические извержения, как правило, сопровождаются землетрясениями. Но особенно долговременны и глобальны воздействия вулканического вещества на атмосферу, что отражается на изменениях климата Земли.

Таким образом, актуальность темы определяется вопросом о влиянии вулканических извержений на изменение климата Земли, чему в некотором роде способствует деятельность действующих в прошлом и настоящем вулканов.

Целью работы является рассмотреть влияние вулканизма на климат планеты и оценить возможную реакцию атмосферы на вулканические извержения в мезомасштабе.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

- дать общие сведения о вулканах и вулканизме;
- рассмотреть районы распространения вулканов на Земном шаре;
- оценить их влияние на климат Земли;
- оценить реакцию атмосферы на вулканические извержения в мезомасштабе;

Основными методами исследования являлись теоретические сведения и результаты собственных исследований.

Основное содержание работы. Современные вулканы на памяти человечества произвели более 2500 извержений. Потухших вулканов, т.е. не обнаруживших в истории человечества своей активности, но сохранивших в какой либо степени свою форму и строение, насчитывается, по крайней мере, в пять-шесть раз больше, чем действующих.

Вулканы распределяются неравномерно. В северном полушарии размещается значительно больше вулканов, чем в южном, а особенно они распространены в экваториальной зоне. На континентах, такие области как Европейская территория России, Сибирь (без Камчатки), Скандинавия, Бразилия, Австралия и другие, почти лишены вулканов. Другие области – Камчатка, Исландия, острова Средиземного моря, Индийского и Тихого океанов и западное побережье Америки – весьма богаты вулканами. Больше всего вулканов сосредоточено на побережьях и островах Тихого океана, где они образуют так называемое Тихоокеанское огненное кольцо. На рисунке 1.1 показано расположение активных вулканов и зон землетрясений на Земном шаре.

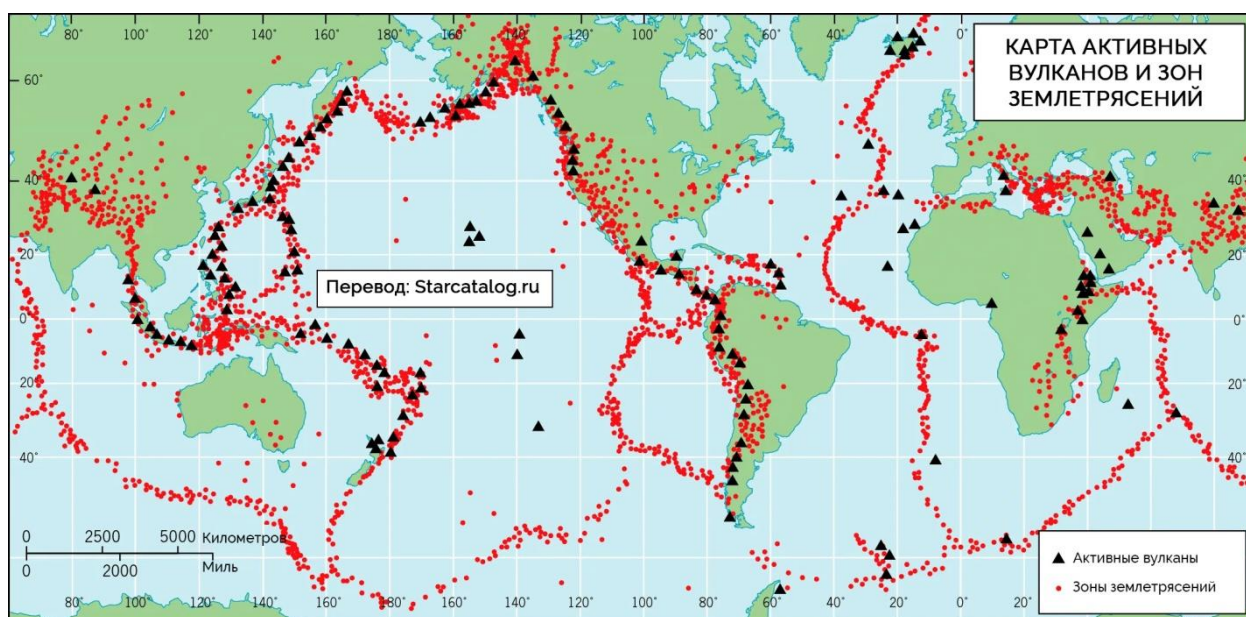


Рисунок 1.1 - Расположение активных вулканов и зон землетрясений на Земле [1]

Области наиболее сильных и частых землетрясений образуют два сейсмических пояса планеты: широтный – Средиземноморский-Трансазиатский, меридиональный – Тихоокеанский [2].

Влияние вулканизма на климат. Автор настоящей работы на основании тщательно проработанных литературных, Интернет – источников пришёл к выводу, что влияние вулканических извержений на климат можно разделить по масштабам их воздействия на земную климатическую систему (ЗКС) и по реакции ЗКС на эти извержения.

Как показывают эмпирические материалы и теоретические расчёты, опубликованные в изученном автором материалах, сложная временная ритмика извержений вулканом может вызывать изменения климата в масштабах от нескольких тысячелетий до нескольких лет. На основании этого автором предполагается выделять крупномасштабные, мезомасштабные и мелкомасштабные воздействия вулканов на климат.

К крупномасштабным воздействиям относятся такие вулканические извержения, которые вызывают реакцию земной климатической системы порядка тысячи лет (похолодания и потепления). Однако, по утверждения М.И. Будыко, достаточно мощная и продолжительная серия вулканических извержений вся-таки не приводит к наступлению ледниковых периодов, так как большое количество углекислоты, поступающей в атмосферу при вулканических извержениях, приводит к потеплению, что перекрывает эффект похолодания, вызванный аэрозолями [11].

Мезомасштабными влияниями предполагается считать такие, которые приводят к климатологическим изменениям с периодами несколько сотен лет (до тысячи), например, малый ледниковый период в Европе.

Мелкомасштабные влияние вулканов оценивается промежутком времени в несколько лет. Такие изменения наиболее очевидны и многие из них можно изучать на основе эмпирических данных.

Механизм влияния вулканических извержений на климат одинаков независимо от масштаба воздействия. Суть этого механизма заключается в том, что при вулканических выбросах наряду с углекислым газом имеющим положительное воздействие на ЗКС, в атмосферу поступает и огромное количество аэрозоля, имеющее отрицательные радиационные воздействия (рисунок 2.1). Такое Облако аэрозольных частиц концентрируется в стратосфере, и, перемещаясь в системе воздушных течений, экранирует приток прямой солнечной радиации к земной поверхности. Время жизни такого облака составляет несколько лет.



Рисунок 2.1 – Механизм влияния вулканов на климат (составлено автором)

Исследование влияния вулканических извержений на атмосферу.

Извержение вулкана Этна. Изучение влияния вулканических извержений на атмосферу проводилось на примере извержения вулкана Этна, произошедшего тринадцатого декабря 2015 года в Италии.

Этна – действующий стратовулкан, расположенный на восточном побережье Сицилии, недалеко от городов Мессины и Катании. Это самая высокая точка Европы вне Кавказских гор, Альп и Пиренеев, а также наиболее высокий действующий вулкан в Европе. Сейчас высота Этны составляет 3295 м (2018г) над уровнем моря. Она нередко меняется от извержения к извержению. Так, в настоящее время вулкан 33,2 м ниже, чем был в 1865 году. Этна занимает территорию площадью 1550 квадратных километров. Таким образом, Этна – самый большой активный вулкан Италии, превосходящий ближайшего “соперника” – Везувия – более чем в 2,9 раза.

Извержение Этны началось утром третьего декабря 2015 года и закончилось утром шестого сентября и продлилось несколько часов. Сила извержения составила всего 3 балла по данным таблицы 1.1

Кратер Voragine выплюнул фонтан лавы километровой высоты с семикилометровым пепельным шлейфом. Самое мощное за 20 лет извержение было таким интенсивным, что его было хорошо видно из космоса [22].

Теперь рассмотрим влияния вулканических извержений на атмосферу на примере извержения вулкана Этна, произошедшего утром третьего декабря 2015 года на острове Сицилия (Италия)[22]. Исходными материалами для оценки вулканического извержения на атмосферу так же стали данные радиозондирования атмосферы по станции 16429 LICST Trapani Observations [23], по шестидесяти уровням в период с первого декабря по пятое декабря 2015 года [23]. Так же по данным радиозондирования были построены графики изменения с высотой таким характеристик атмосферы

(температура, относительная влажность и точка росы) за два дня до вулканического извержения и за два дня после за сроки 00ч и 12ч.

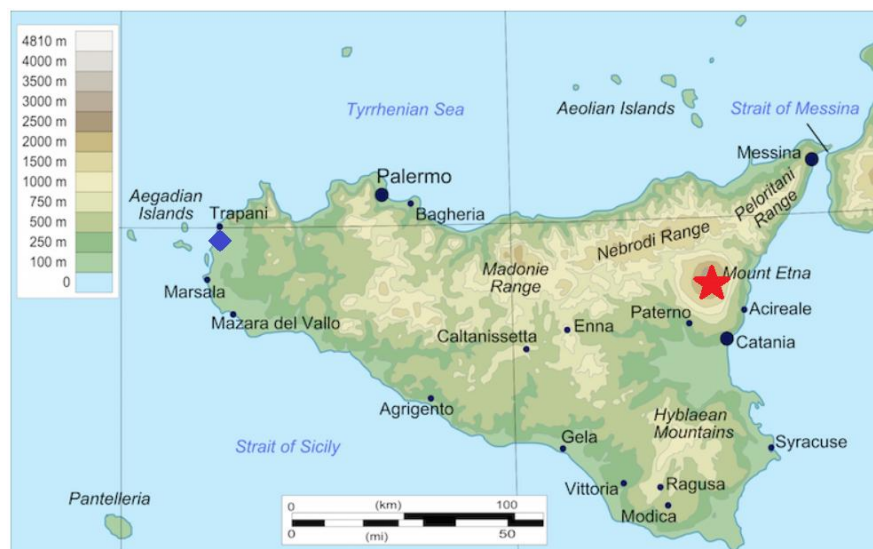


Рисунок 3.1 – Карта острова Сицилия (Италия). Расположение вулкана Этна (звезда) и станции (ромб) [8]

Выше представлен рисунок 3.1 – карта острова Сицилии с расположением вулкана Этна и станции, с которой были взяты данные зондирования [23].

Таким образом, были построены десять графиков каждой характеристики, которые приведены в Приложении А. По отдельным графикам исследовать состояние атмосферы оказалось не очень удобным, поэтому вычислялись средние характеристики атмосферы для каждого уровня за дня до и два дня после извержения.

Таким образом, были построены десять графиков каждой характеристики, которые приведены в Приложении А. По отдельным графикам исследовать состояние атмосферы оказалось не очень удобным, поэтому вычислялись средние характеристики атмосферы для каждого уровня за дня до и два дня после извержения.

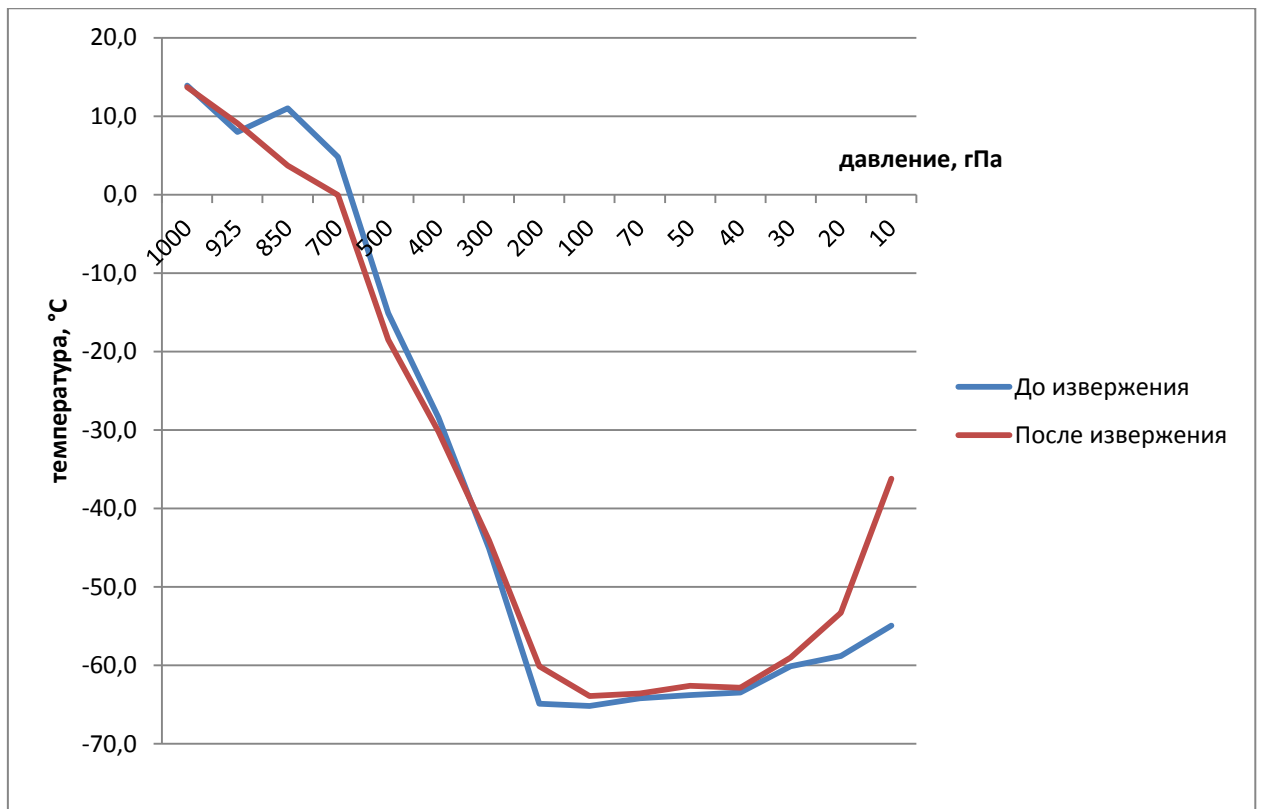


Рисунок 3.2 – Средние значения температуры по стандартным изобарическим поверхностям за два дня до и после извержения (составлено автором по данным [23])

На рисунке 3.2 представлено среднее значение температуры по стандартным изобарическим поверхностям за два дня до и за два дня после извержения. По графику видно, что и до и после вулканического извержения характер температур с высотой одинаков и соответствует общему режиму (падение). Однако, выявлен слой атмосферы где, разница в падении температуры наиболее ощутима. Это слой от 925 гПа до 700 гПа. В этом слое температура после извержения оказалась чуть ниже, чем до. На уровне от 700 гПа до 300 гПа температура практически одинакова.

Таким образом, можно сказать, что замечена реакция атмосферы на вулканическое извержение, проявившееся в характере изменения температуры в слое от 925 до 700 гПа. Температура после извержения оказалась ниже, чем до него.

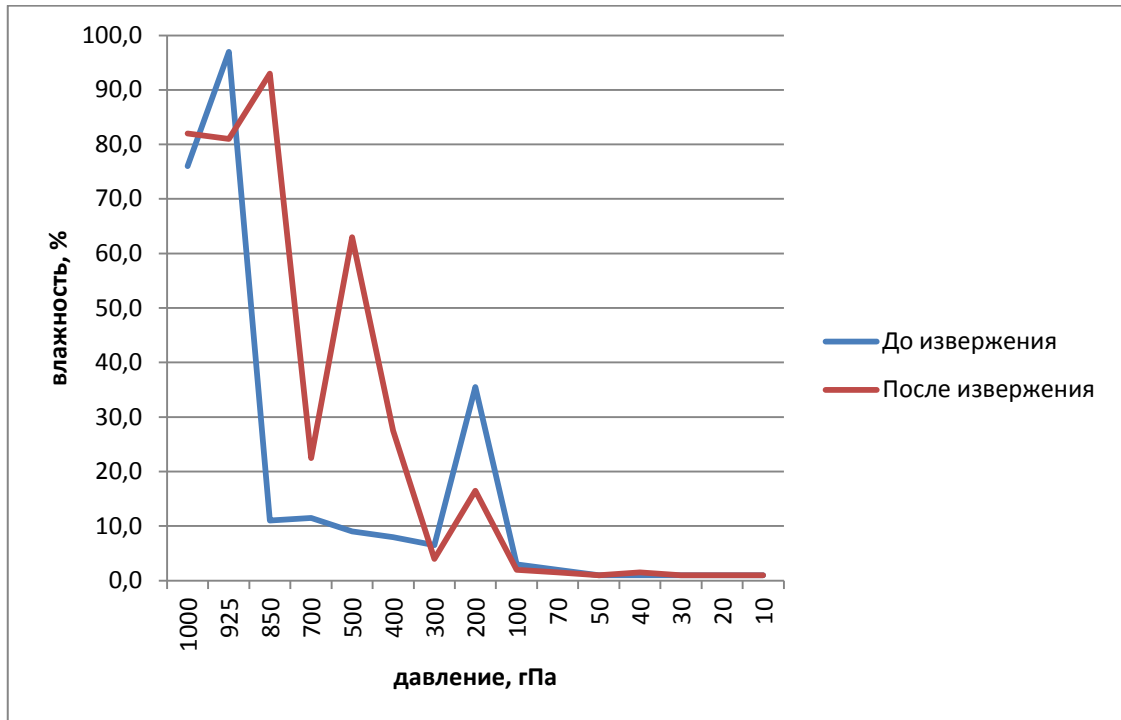


Рисунок 3.3 – Среднее значение относительной влажности по стандартным изобарическим поверхностям за два дня до и за два дня после извержения (составлено автором по данным [23])

На рисунке 3.3 показано изменение относительной влажности до и после вулканического извержения. Видим, что с высотой наблюдается падение относительной влажности по обеим кривым до 9,5 км (300 гПа), до извержения относительная влажность была ниже около 10%, до уровня 300 гПа, но выше 300 гПа относительная влажность превышает до извержения, чем после примерно на 20%. Более высокая относительная влажность после извержения объясняется поступлением в атмосферу большого количества водяного пара в результате извержения.

Таким образом, и в характере изменения относительной влажности заметна реакция атмосферы на вулканическое извержение.

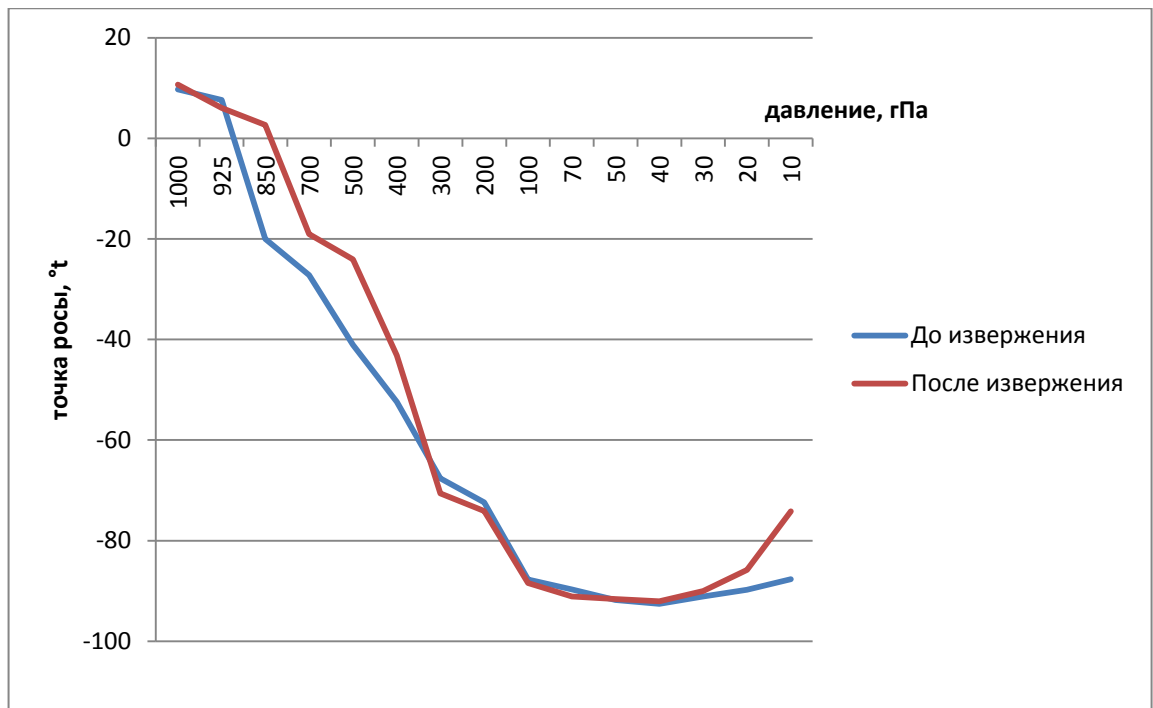


Рисунок 3.4 – Среднее значение точки росы по стандартным изобарическим поверхностям за два дня до и после извержения (составлено автором по данным [23])

Рассмотрим рисунок 3.4, это точка росы. Значения точки росы с высотой в целом уменьшаются. Однако в слое от поверхности до девяти с половиной километров (300 гПа) значение точки росы после извержения выше, чем до него, а в слое от 300 гПа до 200 гПа идут практически с одинаковым значением.

Таким образом, обнаружена реакция атмосферы на вулканическое извержение, которое проявилось в изменении характеристик влажности воздуха (относительная влажность и точка росы).

Тем самым, выявлена реакция атмосферы в районе извержения вулкана Этна, которое проявилось в изменении исследуемых характеристик – температура воздуха, относительной влажности и точки росы.

При проведении настоящего исследования, была принята гипотеза, что при вулканических извержениях в атмосферу поступает большое количество теплоты, что может привести к её разогреву. На основании графиков было получено, что температура снизилась, что не подтверждает данную гипотезу. Общеизвестно, что при вулканических извержениях в атмосферу поступает водяной пар, следовательно, относительная влажность повышается. Высота изобарических поверхностей изменялась незначительно.

Заключение. В результате изучения литературных источников и проведённого исследования сформулированы следующие выводы:

1. Сложность оценки влияния вулканической активности на климат планеты заключается в том, что вулканы оказывают двойное РВ на ЗКС. Положительное радиационное воздействие – эмиссия углекислого газа, отрицательно – экранирование солнечной радиации аэрозолем. В целом вулканическая активность имеет отрицательное радиационное воздействие от 0,15 – 0,08 Вт/м² [21].

2. Отмечается региональное влияние вулканической деятельности на климат. Согласно модельным экспериментам наиболее чувствительными к вулканическому воздействию умеренные и высокие широты [17]. Также твёрдые вулканические выбросы стимулируют процессы облакообразования [20].

3. В Пятом Оценочном Докладе вулканические извержения отмечены как фактор, способствующий существенному замедлению темпов глобального потепления, проявляющемуся в настоящее время.

4. Обнаружена реакция атмосферы на вулканическое извержение, которая проявляется в слое от трёх до двенадцати км в изменении температуры воздуха, относительной влажности, точки росы, относительная влажность растёт.

5. В мезомасштабе выявлено отрицательное радиационное воздействие вулканов на атмосферу.