

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

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

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента   2   курса   215   группы

направления   05.04.05. – Прикладная гидрометеорология

  Кравченко Валерия Евгеньевна

Научный руководитель

доцент, к.г.н, доцент

\_\_\_\_\_

С. В. Морозова

Заведующий кафедрой

д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

М.Б. Богданов

Саратов 2018

**Введение.** *Актуальность темы* определяется вопросом о влиянии вулканических извержений на изменения климата Земли, чему в определенной степени способствует деятельность действующих в прошлом и настоящем вулканов.

В настоящее время на земной поверхности насчитывается 524 вулкана, проявляющих в той или иной степени свою деятельность, в том числе 68 вулканов подводных. Вулканы воздействуют на природную среду несколькими способами. Во-первых, прямым воздействием на окружающую среду извергающихся вулканических продуктов (лав, пеплов и т.п.), во-вторых, воздействием газов и тонких пеплов на атмосферу и тем самым на климат, в-третьих, воздействием тепла продуктов вулканизма на лед и на снег, часто покрывающих вершины вулканов, что приводит к катастрофическим селям, наводнениям, лавинам, в-четвертых, вулканические извержения обычно сопровождаются землетрясениями и т.д. Но особенно долговременны и глобальны воздействия вулканического вещества на атмосферу, что отражается на изменениях климата Земли.

*Целью магистерского работы* является рассмотреть влияния 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;

*Материалы и методы исследования.* В ходе работы применялись следующие методы исследования: теоретические, литературные сведения, а также материалы Интернет-ресурсов.

В качестве теоретических материалов в работе были использованы труды российских авторов ( Будыко М.И. 1980.; Багров Н.А. 1985; Ковынева Н.П.1985; Воловиков С.А. , 1985.)

Также были использованы материалы Интернет-ресурсов: Университет Вайоминга, Департамент науки об атмосфере, колледж инженеров <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>, РИА НОВОСТИ <http://ria.ru/documents.html>, Аномалии средней годовой температуры климата за периоды с 1850 по 2014 года <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/#datdow>, Шкала вулканической активности, сайт содержит информацию о статистических данных <http://www.astrolab.ru/cgi-bin/manager.cgi?id=3&num=286>.

*Научная новизна работы:* рассмотрено влияния вулканизма на климат планеты и возможная реакция атмосферы на вулканические извержения в мезомасштабе.

По результатам исследования обнаружена реакция атмосферы на вулканическое извержение, которая проявляется в слое от трех до двенадцати км в изменении характеристик атмосферы. Так же было выявлено отрицательное радиационное воздействие на атмосферу в мезомасштабе.

*Практическая значимость работы.* Рассмотренное влияние вулканизма на климат планеты и возможная реакция атмосферы на вулканические извержения в мезомасштабе представляют собой как теоретический, так и практический интерес к радиационному балансу и локальному изменению климата планеты.

*Положения выносимые на защиту:*

- рассмотрение вулканических извержений на земном шаре в разных климатических зонах;
- изменение климатических характеристик, таких как температура воздуха, относительная влажность, точка росы и высоты стандартных изобарических поверхностей с высотой и их реакции.

*Структура и объем работы.* Выпускная квалификационная работа общим объемом 141 страница машинописного текста состоит из введения, трех разделов, пяти подразделов, заключения и пяти приложений. Библиографический список насчитывает 25 источников.

**Основное содержание работы.** **Первая глава** является обзорной и содержит общие сведения о вулканах на территории Земного шара. Обсуждаются особенности расположения вулканов на земле. Дается оценка вулканической активности, подробное описание самых мощных вулканических извержений за последние 450 лет.

Современные вулканы на памяти человечества произвели свыше 2 500 извержений. Потухших вулканов насчитывается в пять-шесть раз больше, чем действующих. Вулканы распределяются неравномерно. Области наиболее сильных и частых землетрясений образуют два сейсмических пояса планеты: широтный - Средиземноморско-Трансазиатский -и меридиональный - обрамляющий Тихий океан.

Вулканическая активность оценивается с помощью шкалы вулканической активности. Самыми мощными извержениями вулканов за последние четыреста пятьдесят лет считаются ниже приведенные извержения, представленные в хронологической последовательности:

- Пятнадцатое февраля 1600 года вулкан Уайнапутина.
- Ноябрь-март 1783-1784 года вулкан Лаки.
- Пятое апреля 1815 года вулкан Тамбора.
- Двадцать седьмое августа 1883 года вулкан Кракатау.
- Восьмое мая 1902 года вулкан Мон-Пеле.
- Первое июня 1912 года вулкан Катмай.
- Тринадцатое - двадцать восьмое декабря 1931 года вулкан Мерапи.
- Двенадцатое ноября 1985 года вулкан Руис.
- Десятое-пятнадцатое июня 1991 года вулкан Пинатубо.
- Пятое сентября 2007 года вулкан Этна.

Судя, по выше приведенным данным отметим, что в период с 1600 по 1783 годы на планете не было ни одного крупного извержения мощностью более шести баллов, примерно за 100-150 лет. Следующие извержения происходили с периодом в тридцать лет. Таким образом, в последнее время (100-150 лет) наблюдаем повышение вулканической активности, выражающееся в учащении самых мощных извержений.

Таким образом, в течение малого ледникового периода произошло четыре крупных вулканических извержения, что вполне возможно поддерживало малый ледниковый период в Европе.

Как известно, с конца XIX века земная климатическая система (ЗКС) вступила в состояние потепления. Хорошо видна вторая половина малого ледникового периода в Европе, первая и вторая волна глобального потепления прерываемая непродолжительным периодом стабилизации (40-60 годы XX века).

Были рассмотрены вулканы, которые находятся ближе всех к России вулканы Исландии [4]. Почти вся территория Исландии представляет собой вулканическое плато и находится на стыке двух литосферных плит: Евразийской и Северо-Американской. Самые популярные исландские вулканы: Лаки и Гекла, и ранее еще неизвестном Эйяфьятлайокудль. Эйяфьядлайёкюдль – так называется один из исландских ледников, расположенный в южной части страны. Этот вулкан один из недавно извергавшихся вулканов Исландии. Извержение произошло 20 марта 2010 года.

## **2. Влияние вулканизма на климат Земли**

Во **второй главе** было изучено влияние вулканизма на климат, а также механизм влияния вулканических извержений на основании тщательно проработанных литературных, Интернет – источников.

Автор пришел 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. Были выделены крупномасштабные, мезомасштабные и мелкомасштабные воздействия вулканов на климат.

1. Крупномасштабные воздействия это такие вулканические извержения, которые вызывают реакцию земной климатической системы порядка тысяч лет (потепления и похолодания).
2. Мезомасштабными влияниями предлагается считать такие, которые приводят к климатическим изменениям с периодами несколько сотен лет (до тысячи), например, малый ледниковый период в Европе.
3. Мелкомасштабное влияние вулканов оценивается промежутком времени в несколько лет.

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.

Состав вулканических извержений во многом определяет последующие климатические флуктуации. При извержении вулкана выделяются продукты вулканической деятельности, которые могут быть газообразными, жидкими и твердыми. Наиболее значимые климатические влияния оказывают следующие продукты извержения: водяной пар 79 %, углекислый газ 12 % и сера 7 %.

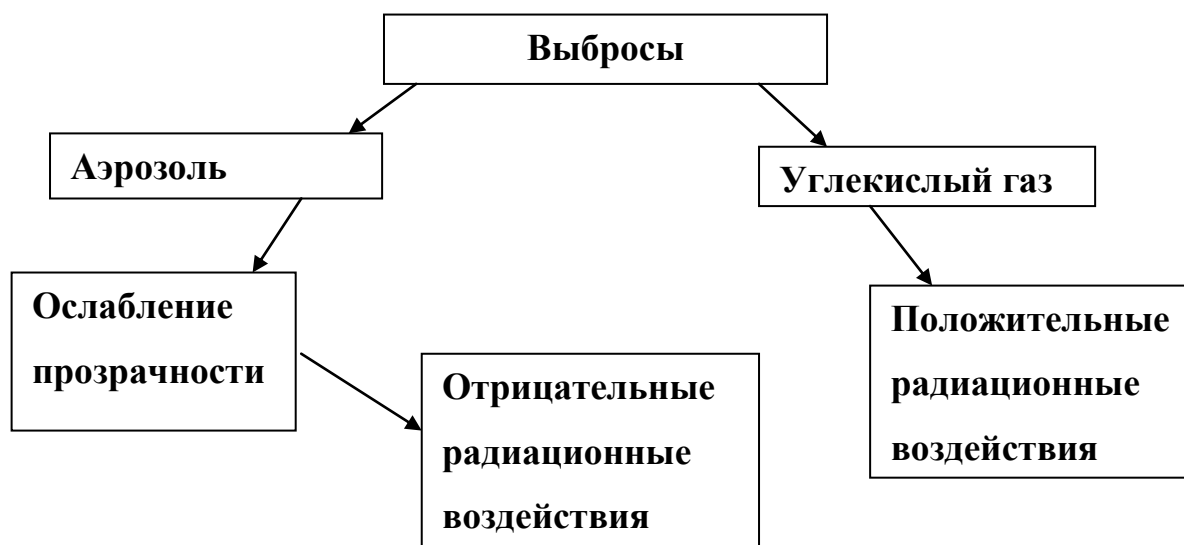


Рисунок 2.1 - Механизм влияния вулканов на климат (составлено автором)

На рисунке 2.2 представлена кривая, которая показывает изменение прозрачности атмосферы после извержения вулкана Катмай в 1912 году, уменьшается прямая солнечная радиация более чем на 20 % в районе Санкт-Петербурга. Аналогичные результаты получены при извержении вулкана Агунг в 1963 году в Индонезии по данным актинометрических станциях в Европе и Америке.

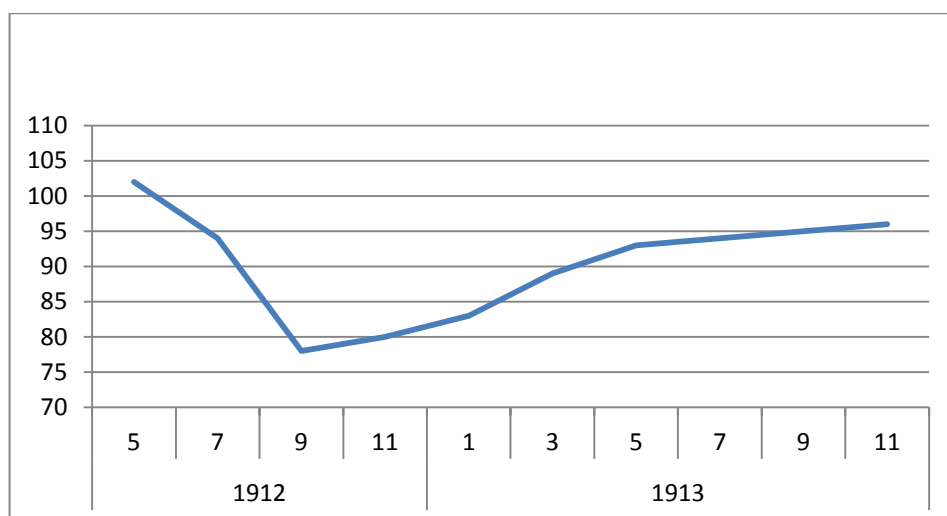


Рисунок 2.2- Изменения радиации после вулканического извержения

Вулканические извержения происходят редко, фактических данных мало и очень многие результаты получены в результате моделирования. Так модельные расчеты были проверены после извержения вулкана Эль-Чичон. Подтвердилось что, что разные зоны по-разному реагируют на вулканические извержения. Так наиболее чувствительными оказываются арктическая, и умеренная зона суши, где происходит наибольшее понижение температуры (2 и 1,8), а наименее чувствительной - субтропическая зона океанов (0,8).

В настоящее время помимо глобального, рассматривается региональное влияние вулканической деятельности.

-при вулканических извержения в атмосферу поступает дополнительное количество теплоты, что может приводить к формированию мезомасштабной области низкого давления, которое может вызвать аномалию режима общей циркуляции атмосферы. Этот механизм сработал после извержения вулкана Эйяфьядлайёкюдль в результате чего, привел к формированию устойчивой барической ложбины над Западной Европой и сопряженного с ней устойчивого барического гребня над Восточной Европой, определяющий к жестокой засухе летом 2010 года.

-второй вид Стимулирование процессов облако- и осадкообразования в результате поступления в атмосферу большого количества водяного пара и ядер конденсации (вулканическая пыль).

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

### **3. Исследование влияния атмосферы на вулканическое извержение**

В третьей главе проведено исследование влияний вулканических извержений на примере пяти извержений вулканов на земном шаре. Исходными данными для оценки влияния вулканического извержения на



атмосферу стали данные радиозондирования атмосферы со станций, которые расположены вблизи вулканов.

По данным радиозондирования были построены графики изменения с высотой таких характеристик атмосферы как, температура воздуха, точка росы, относительная влажность, а также высоты стандартных изобарических поверхностей за два-три дня до вулканического извержения и за два-три дня после вулканического извержения за сроки 00ч и 12ч. Однако по отдельным графикам исследовать состояние атмосферы оказалось не очень удобным, поэтому вычислялись средние характеристики атмосферы для каждого уровня до и после вулканического извержения для каждого вулкана.

Ниже в таблице 3.1, представлено изменение состояния атмосферы до и после вулканического извержения. Выводы для всех вулканов оказались идентичными, и поэтому для примера был выбран вулкан Ключевская Сопка. Максимальные разности всех характеристик обнаруживается вблизи тропопаузы на уровне 300 гПа у каждого вулкана.

Таблица 3.1 –Изменение состояния атмосферы ( $\Delta T$ , °C,  $\Delta F$ , %,  $\Delta Td$ , °C,  $\Delta H$ , m) (составлено автором)

Изменение состояния атмосферы				
уровни, гПа	$\Delta T$ , °C	$\Delta F$ , %	$\Delta Td$ , °C	$\Delta H$ , m
925	2,3	25,5	7	114,8
850	2	14,2	4,5	111,3
700	2,7	32,5	9,9	102
500	8,1	9	8,6	30,5
300	6,1	-7,7	3,9	-77,5
250	3,2	-6,9	1,4	-58,3
150	2,1	-7,9	-0,1	-141,1
100	1,8	-1,3	1,4	-146,6

Таким образом, выявлена реакция атмосферы в районе извержения вулкана Ключевская Сопка, которое проявилось в изменении исследуемых характеристик – температуры воздуха, относительной влажности, точки росы и высот стандартных изобарических поверхностей.

При проведении настоящего исследования было принята гипотеза, что при вулканических извержениях в атмосферу поступает большое кол-во теплоты, что может привести к ее разогреву. На основании графиков было получено, что температура снизилась, что не подтверждает принятую гипотезу. Общеизвестно, что при вулканических извержениях в атмосферу поступает водяной пар, следовательно, относительная влажность повысилась. Высота изобарических поверхностей повысилась лишь до трех км, далее резко понизилась до двадцати км.

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

1 Сложность оценки влияния вулканической активности на климат планеты заключается в том, что вулканы оказывают двоякое РВ на ЗКС. Положительное радиационное воздействие – эмиссия углекислого газа, отрицательное – экранирование солнечной радиации аэрозолем. В целом вулканическая активность имеет отрицательное радиационное воздействие от  $-0,15$  до  $-0,08$  Вт/м<sup>2</sup>.

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

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 трех до двенадцати км в изменении температуры воздуха, относительной влажности, точки росы и высот

стандартных изобарических поверхностей. В этом слое после вулканического извержения падают температура воздуха, точка росы и высоты стандартных изобарических поверхностей, относительная влажность растёт.

5 В мезомасштабе выявлено отрицательное радиационное воздействие вулканов на атмосферу.