

## ОТЗЫВ

официального оппонента, Владимира Ильича Козлова, на диссертацию Акбашева Рината Рафиковича "Атмосферно-электрические эффекты, сопровождающие извержения вулканов полуострова Камчатка и вулкана Эбеко (остров Парамушир)", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

**Актуальность темы.** Поскольку взрывные извержения вулканов приводят к человеческим жертвам и катастрофическим последствиям для инфраструктуры, исследование проблемы развития извержений особенно актуально для обеспечения безопасности населения и уменьшению материального ущерба. Под влиянием ветровой стратификации в атмосфере формируются эруптивные облака и пепловые шлейфы, которые распространяются на сотни и тысячи км от центров извержений. В работе решение проблемы ведется в направлении исследования возмущений постоянного электрического поля атмосферы Земли, вызванных взрывными извержениями вулканов.

Новизна работы состоит в проведении впервые исследования электростатической структуры эруптивных облаков на основании регистрации откликов в вариациях градиента потенциала электрического поля атмосферы на сети станций наблюдений за вулканической деятельностью вулканов Шивелуч и Безымянный (п-ов Камчатка) и вулкана Эбеко (о. Парамушир). Зарегистрированы сигналы в вариациях градиента потенциала электрического поля, связанные с формированием и распространением эруптивных облаков в ближней зоне от кратера вулкана, динамика которых характеризуется положительными импульсами в отрицательной области сигнала. Автором установлено, что отклик с положительным импульсом в отрицательной области сигнала регистрируется только в том случае, когда нижняя часть эруптивного облака распространяется по поверхности земли.

Автором сделано предположение о перераспределении зарядов, которое контролируется эффектом наведенной электростатической индукции на поверхность склона вулкана от основного заряда эруптивного облака, локализованного в его верхней части.

Дополнительно отметим, что «технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды...» включены в перечень критических технологий Российской Федерации (утверждён Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899).

**Диссертация содержит** 136 страниц текста, 61 рисунок, 17 таблиц и состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 167 наименований.

Во введении представлена актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и решаемые задачи, отмечается научная новизна, личный вклад автора, методы исследования, достоверность и практическая ценность

полученных результатов, сформулированы защищаемые положения и отражена апробация работы.

В первой главе на основе приведенного литературного обзора взрывных извержений вулканов и результатов лабораторных исследований описан подход к построению модели процесса формирования и разделения зарядов в эруптивных облаках.

Во второй главе рассмотрены район исследования, аппаратура на основе флюксометров «Поле-2» и «ЭФ-4», которые в длительном автономном режиме позволяют проводить натурные наблюдения вблизи действующих вулканов вдалеке от населенных пунктов, и методика наблюдений.

В третьей главе приведены результаты проведенного анализа отклика градиента потенциала электрического поля атмосферы на эруптивные облака взрывных извержений вулканов полуострова Камчатка (Шивелуч и Безымянный) и острова Парамушир (вулкан Эбеко) на основе большого объема данных (более 200 случаев), полученных на организованной автором сети пунктов наблюдения. Данные сети пунктов регистрации позволили существенно дополнить картину переноса эруптивного облака с малой концентрацией аэрозоля, недоступных наблюдению со спутников, и позволили произвести оценки траектории движения эруптивных облаков и получить некоторые оценки размеров вулканического аэрозоля и его динамики в процессе эволюции и переноса эруптивного облака.

В четвертой главе приведены результаты проведенного экспериментального физического моделирования пепловых облаков с одновременной регистрацией градиента потенциала электрического поля атмосферы на собранном автором стенде. На расстоянии 2 км от активного кратера вулкана Эбеко через 24 часа после извержения были отобраны пеплы извержения. Проведен гранулированный, химический и анализ пепла на радиоактивность. Выброс пеплов из камеры стенда производился за счет подачи в воронку сжатого воздуха от компрессора. В результате формировалось заряженное пепловое облако. Для задания направления распространения и скорости распространения пеплового облака, на стенд установлен регулируемый вентилятор с диффузором. Это позволило моделировать направление распространения пеплового облака и его скорость.

Автором проведено математическое моделирование флуктуаций электрического поля атмосферы, связанных с распространением эруптивного облака на стадии плавучести и получены расчетные параметры движения зарядов эруптивного облака.

В заключении диссертации сформулированы и кратко описаны полученные основные результаты и выводы диссертационной работы.

**Основные научные результаты** состоят в том, что:

1. В дальней зоне (50 км и больше) от центров взрывных извержений электростатическая структура эруптивных облаков согласуется с известными феноменологическими моделям формирования объемных зарядов за счет эоловой и гравитационной дифференциации продуктов извержения при их распространении.

2. В ближней зоне эксплозивного извержения вулкана "Эбеко" выделены четыре типа откликов градиента потенциала электрического поля атмосферы от эруптивных облаков, которые определяются взаимной пространственной конфигурацией верхнего отрицательного объемного заряда и нижнего положительного заряда в эруптивном облаке.

3. Для вулкана Эбеко отклик с положительным импульсом в отрицательной области сигнала регистрируется только в том случае, когда нижняя часть эруптивного облака распространяется по поверхности земли в районе пункта наблюдений за вариациями градиента потенциала электрического поля атмосферы, что свидетельствует о преобладающем отрицательном заряде эруптивного облака при локализации положительного объемного заряда в нижней части эруптивного облака.

**Достоверность и обоснованность полученных результатов,** изложенных в диссертации, обусловлена использованием большого объема исходных данных, полученных автором и в ИКИР ДВО, применением современных, физически обоснованных новых, в том числе предложенных автором, методов физического моделирования, их обработки и анализа. Основные результаты согласуются с результатами предыдущих исследований и развивают их.

Материалы диссертации апробированы на российских и международных конференциях. Результаты исследований по теме диссертации весьма полно отражены в публикациях автора. Результаты диссертационной работы представлены в 18 публикациях, среди которых 7 статей в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

Автореферат диссертации достаточно полно передает смысл диссертации, написан понятным языком и соответствует содержанию диссертационной работы.

**Практическая значимость** полученных результатов обусловлена тем, что регистрация градиента потенциала электрического поля атмосферы в приземном слое атмосферы вблизи действующих вулканов позволяет обнаружить присутствие даже слабонасыщенных пеплом эруптивных облаков. Сеть пунктов регистрации градиента потенциала электрического поля атмосферы вблизи извергающихся вулканов дает возможность обнаружения и оценки траектории движения эруптивного облака. Непрерывные наблюдения вариаций градиента потенциала электрического поля атмосферы, могут быть, одной из составляющих комплексных наблюдений за вулканическими извержениями. Результаты работы могут быть использованы в НИИ, занимающимися исследованием вулканических извержений и явлений, сопровождающих эти извержения.

#### **Замечания и недостатки диссертации:**

Не приведено достаточно полное обоснование выбора конкретных цифровых значений критерия разграничений между типами электростатической структуры. Например, ...тип В аналогичен форм-фактору типа А, но взаимное расположение нижней и верхней области эруптивного облака значительно меняются, увеличивается расстояние между этими

областями, как по вертикали, так и по горизонтали... Возникает вопрос – насколько значительно?

Факт различия структуры зарядов в пепловом облаке непосредственно над вулканом и при удалении от склона установлен объективно. Но механизм формирования объемного заряда в нижней области эруптивного облака непосредственно над вулканом требует дальнейшей доработки. Формирование объемного заряда в нижней области эруптивного облака за счет контактной перезарядки частиц пеплов от поверхности склона вулкана на данный момент лишь интересная гипотеза. А какие заряды в пепловом облаке выбрасываемом непосредственно из жерла вулкана? Судя по наличию молний в этом облаке, там уже есть разделение зарядов. Этот вопрос слабо освещен в работе.

В диссертации нет листа с сокращениями, что затрудняет чтение.

В тексте диссертации имеются отдельные орфографические ошибки, например, неверные окончания слов: стр. 9 ... 61 рисунков... и так далее.

В тексте диссертации имеются стилистические ошибки (сленг): стр. 14 ... средние величины подвижностей... и так далее.

Отмеченные недостатки не снижают значимость работы.

#### **Общее заключение по диссертации**

Диссертация Акбашева Рината Рафиковича соответствует специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой. По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», а её автор Акбашев Ринат Рафикович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

#### **Официальный оппонент**

Ведущий научный сотрудник лаборатории радиоизлучений ионосферы и магнитосферы, кандидат физико-математических наук, специальность 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук (ИКФИА СО РАН)

Российская Федерация, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, д. 31.

Тел.: +7(411)239-04-79.

E-mail: vkozlov@ikfia.su.ru



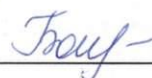
20.07.2022 г.

Подпись В.И. Козлова заверяю

Ученый секретарь ИКФИА СО РАН



Козлов Владимир Ильич



Бондарь Е.Д.